

Report of the

SARDINE (*Sardina pilchardus*) OTOLITH WORKSHOP

Kaliningrad, Russian Federation, 28-31 August 2001

Rapport de

L'ATELIER SUR L'OTOLITHE DE SARDINE (*Sardina pilchardus*)

Kaliningrad, Fédération de Russie, 28-31 août 2001



Copies of FAO publications can be requested from:

Sales and Marketing Group

Information Division

FAO

Viale delle Terme di Caracalla

00100 Rome, Italy

E-mail: publications-sales@fao.org

Fax: (+39) 06 57053360

Les commandes de publications de la FAO peuvent être adressées au:

Groupe des ventes et de la commercialisation

Division de l'information

FAO

Viale delle Terme di Caracalla

00100 Rome, Italie

Mél.: publications-sales@fao.org

Télécopie: (+39) 06 57053360

Report of the
SARDINE (*Sardina pilchardus*) OTOLITH WORKSHOP
Kaliningrad, Russian Federation, 28–31 August 2001

Rapport de
L'ATELIER SUR L'OTOLITHE DE SARDINE (*Sardina pilchardus*)
Kaliningrad, Fédération de Russie, 28-31 août 2001

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 2002



The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

ISBN 92-5-004812-2

All rights reserved. Reproduction and dissemination of material in this information product for educational or other non-commercial purposes are authorized without any prior written permission from the copyright holders provided the source is fully acknowledged. Reproduction of material in this information product for resale or other commercial purposes is prohibited without written permission of the copyright holders. Applications for such permission should be addressed to the Chief, Publishing Management Service, Information Division, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy or by e-mail to copyright@fao.org

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que le source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Chef du Service des publications, Division de l'information, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie ou, par courrier électronique, à copyright@fao.org

© FAO 2002

PREPARATION OF THIS DOCUMENT

This document was prepared during the Sardine Otolith Workshop organized by the Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (AtlantNIRO), Kaliningrad, Russian Federation, from 28 to 31 August 2001 to provide support to sardine age readers. This workshop was recommended by the first FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagics off Northwest Africa, held in Nouadhibou, Mauritania in March 2001. A sardine otolith exchange was carried out in October–November 2000 and an exploratory analysis of the results had shown that for the same otoliths the number of rings assigned between readers presented differences bigger than one. These discrepancies were probably related to problems in the first ring and edge interpretation. In order to reach a consensus on age estimation criteria a workshop was organized with the participation of scientists from Russian Federation, Morocco, Spain, Portugal and FAO. The statistical analysis was carried out by Cristina Morgado from IPIMAR/Portugal. FAO is grateful to the participants of the Workshop who have contributed to the content of this document and to Marie-Thérèse Magnan from FAO for her assistance in editing and the layout of this report. The document was further revised and completed by Merete Tandstad and Ana Maria Caramelo from FAO.

PRÉPARATION DE CE DOCUMENT

Ce document a été préparé au cours de l'Atelier sur l'otolithe de sardine organisé par l'Institut de recherche scientifique atlantique des pêches marines et de l'océanographie (AtlantNIRO), Kaliningrad, Fédération de Russie, du 28 au 31 août 2001 pour aider les lecteurs d'âge de la sardine. Cet atelier a été recommandé par le premier Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale qui s'est tenu à Nouadhibou, Mauritanie, en mars 2001. Un échange d'otolithes de sardine a été effectué en octobre–novembre 2000 et une analyse exploratoire des résultats avait montré que pour les mêmes otolithes le nombre d'anneaux assignés entre les lecteurs a présenté des différences supérieures à un. Ces anomalies étaient probablement liées aux problèmes d'interprétation du premier anneau et du bord. Afin d'atteindre un consensus sur les critères d'estimation d'âge un atelier a été organisé avec la participation de scientifiques de la Fédération de Russie, du Maroc, de l'Espagne, du Portugal et de la FAO. L'analyse statistique a été réalisée par Cristina Morgado d'IPIMAR/Portugal. La FAO est reconnaissante aux participants de l'atelier qui ont contribué au contenu de ce document et à Marie-Thérèse Magnan de la FAO pour son assistance dans l'édition et la mise en page de ce rapport. Le document a été ultérieurement révisé et finalisé par Merete Tandstad et Ana Maria Caramelo de la FAO.

Distribution :

Participants in the Working Group /Participants au Groupe de travail
FAO Regional Fishery Officers/Fonctionnaires des pêches
des Bureaux régionaux de la FAO
FAO Fisheries Department/Département des pêches de la FAO

FAO.

Report of the Sardine (*Sardina pilchardus*) Otolith Workshop. Kaliningrad, Russian Federation, 28–31 August 2001.

Rapport de l'Atelier sur l'otolithe de sardine (*Sardina pilchardus*). Kaliningrad, Fédération de Russie, 28–31 août 2001.

FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 685. Rome, FAO. 2002. 49 p.

ABSTRACT

Different types of information structured by age such as catch at age data, mean weight at age in the stock and in the catch, proportions of mature fish by age and tuning data are very important for analytical methods of stock assessment. There are two sources of errors in these types of information: sampling errors and errors caused by age-reading. The last one could have a major influence on the results of the assessment, and thus on management advice. Ageing errors can cause a substantial reduction in the interannual variability in recruitment, and this effect will tend to increase the estimates of abundance of weak year classes and reduce those of strong year classes. Some ageing criteria were established for sardine. It was recommended that guidelines for age estimation be prepared by FAO for the important pelagic species in the region.

RÉSUMÉ

Les différents types d'information structurés par âge tels que les données de capture à l'âge, le poids moyen à l'âge en stock et dans la capture, les proportions de poissons matures par âge et les données de tuning sont très importantes pour les méthodes analytiques d'évaluation des stocks. Il y a deux sources d'erreurs dans ce type d'informations: erreurs d'échantillonnage et erreurs provoquées par la lecture d'âge. Ces dernières ont pu avoir une influence majeure sur les résultats de l'évaluation, et par conséquent sur les conseils d'aménagement. Les erreurs de vieillissement peuvent causer une réduction substantielle de la variabilité inter-annuelle dans le recrutement, et cet effet tendra à augmenter les évaluations d'abondance de classes pour les années faibles et à réduire les évaluations d'abondance de classes pour les années fortes. Quelques critères de vieillissement ont été formulés pour la sardine. Il a été recommandé que les directives pour la détermination de l'âge soient préparées par la FAO pour les espèces pélagiques importantes de la région.

TABLE OF CONTENTS

GLOSSARY/GLOSSAIRE.....	viii
1. INTRODUCTION	1
1.1 Terms of reference.....	1
1.2 Objectives of the workshop.....	1
1.3 Participation.....	2
2. GENERAL	2
2.1 Synopsis on the biology of sardine in Northwest African waters	2
2.2 Review of previous validations	5
2.3 Review of sample processing techniques and age estimation criteria by country	5
3. OTOLITH EXCHANGE	7
3.1 Introduction	7
3.2 Material and methods	8
3.3 Comments.....	8
4. THE WORKSHOP.....	8
4.1 Material and methods	8
4.2 Results and discussion	9
5. AGE-READING ERRORS IN STOCK ASSESSMENTS	12
6. GUIDELINES FOR SARDINE AGE ESTIMATION	14
7. RECOMMENDATIONS	15
8. ACKNOWLEDGEMENTS	15

LIST OF TABLES

1. Summary on age-reading processing techniques.....	5
2. Percentage agreement by reader and by all readers combined, for each modal age	9
3. Relative bias by reader and by all readers combined, for each modal age.....	10
4. Inter-reader bias t and reader against modal age bias test – Wilcoxon test.....	11

LIST OF FIGURES

1. Fishing zones of Northwest African sardine	3
2. Sardine aggregation distribution related to water temperature.....	4
3. Age bias plots	10
4. Mean length at age by reader based on workshop readings	11
5. Stock assessment input data depending on different age-reading criteria (X and Y) and combined criteria (X&Y).....	12
6. Historical stock parameters, obtained considering different age-readings criteria (X and Y) and combined criteria (X&Y)s	12
7. Fishing pattern obtained, considering different age-reading criteria (X and Y) and combined criteria (X&Y).....	13
8. Short-term catch forecast corresponding to various F-multipliers considering different age-readings criteria (X and Y) and combined criteria (X&Y)	13

9. Example of age interpretation.....	14
---------------------------------------	----

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	16
1.1 Termes de référence.....	16
1.2 Objectifs de l'atelier.....	16
1.3 Participation.....	17
2. GÉNÉRAL.....	17
2.1 Synopsis de la biologie de la sardine dans les eaux de l'Afrique du nord-ouest.....	17
2.2 Examen des validations précédentes.....	20
2.3 Examen des techniques de traitement des échantillons et des critères de détermination de l'âge par pays.....	20
3. ÉCHANGE D'OTOLITHES.....	22
3.1 Introduction.....	22
3.2 Matériel et méthodes.....	23
3.3 Commentaires.....	23
4. L'ATELIER.....	23
4.1 Matériel et méthodes.....	23
4.2 Résultats et discussion.....	24
5. ERREURS DE LECTURE D'ÂGE DANS LES ÉVALUATIONS.....	27
6. DIRECTIVES POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÂGE DE LA SARDINE.....	29
7. RECOMMANDATIONS.....	30
8. REMERCIEMENTS.....	30

LISTE DES TABLEAUX

1. Résumé des techniques de lecture d'âge.....	20
2. Accord de pourcentage par lecteur et par tous les lecteurs combinés, pour chaque âge modal.....	24
3. Biais relatif par lecteur et par tous les lecteurs combinés, pour chaque âge modal.....	25
4. Biais t inter-lecteurs et lecteur face au test de l'âge modal – test de Wilcoxon.....	26

LISTE DES FIGURES

1. Zones de pêche de la sardine en Afrique du nord-ouest.....	18
2. Distribution des agrégations de sardine en rapport avec la température de l'eau.....	19
3. Graphiques de biais d'âge.....	25
4. Longueur moyenne à l'âge par le lecteur basée sur les lectures de l'atelier.....	26
5. Données de base d'évaluation du stock selon différents critères de lecture d'âge (X et Y) et des critères combinés (X&Y).....	27
6. Paramètres de stock historiques, obtenus en prenant en considération différents critères de lectures d'âge (X et Y) et des critères combinés (X&Y).....	27
7. Régime de pêche obtenu en prenant en considération différents critères de lecture d'âge (X et Y) et des critères combinés (X&Y).....	28

8. Prévision de capture à court terme correspondant à divers multiplicateurs de F en prenant en considération différents critères de lectures d'âge (X et Y) et des critères combinés (X&Y).....	28
9. Exemple d'interprétation d'âge.....	29

APPENDICES/ANNEXES

I Growth parameters and ϕ (growth performance index) of the sardine in Zones A, B and C/ Paramètres de croissance et ϕ (<i>index de performance de croissance</i>) de la sardine dans les Zones A, B et C.....	31
II Workshop age-readings results/Résultats des lectures d'âge de l'atelier.....	33
III Number of age-readings performed at the workshop/Nombre de lectures d'âge réalisées au cours de l'atelier	35
IV Sardine otoliths images/Images d'otolithes de sardine	36

REFERENCES/RÉFÉRENCES	47
-----------------------------	----

GLOSSARY/GLOSSAIRE*

Accuracy – the closeness of a measured or computed value to its true value (how close the estimated ages are to the true ages).

Exactitude – écart entre une valeur mesurée ou calculée et sa vraie valeur (de combien les âges estimés se rapprochent des âges réels).

Age estimation – the process of assigning ages to fish.

Détermination de l'âge – processus qui consiste à attribuer un âge aux poissons.

Age group – the cohort of fish that has a given age. All ages are assumed to begin on 1 January.

Groupe d'âge – cohorte de poissons d'un âge donné. Tous les âges sont supposés commencer le 1^{er} janvier.

Agreement – the percentage of age-readings that agree with other age-readings or with the modal or mean age.

Accord – pourcentage de lectures d'âge qui sont en accord avec d'autres lectures d'âge ou avec l'âge modal ou moyen.

Annulus (pl. annuli) – one of a series of concentric zones with a certain width on a structure that may be interpreted in terms of age. The annulus is defined as either a continuous translucent or opaque zone that can be seen along the entire structure or as a ridge or a groove in or on the structure.

Anneaux – une parmi une série de zones concentriques ayant une certaine épaisseur sur une structure qui peut être interprétée en termes d'âge. L'anneau apparaît soit comme zone translucide ou opaque continue qui est visible le long de la structure entière soit comme une arête ou une cannelure dans ou sur la structure

Bias – the systematical over or underestimation of age. Bias is regarded as a serious error since fish are allocated to the wrong year class.

Biais (erreur systématique) – sous-estimation ou surestimation systématique de l'âge. Le biais est considéré comme une erreur sérieuse car elle peut conduire à attribuer un âge erroné à un poisson.

Cohort – group of fish of a similar age that were spawned during the same period. Used with age group and year-class.

Cohorte – groupe de poissons du même âge pondus à la même période. Utilisé en relation avec le groupe et la classe d'âge.

Daily increment – an increment formed over a 24-hour period. The term is synonymous with "daily growth increment".

Accroissement quotidien – accroissement formé sur une période de 24 heures. Le terme est synonyme de "accroissement quotidien de croissance".

* The terminology used in this report is based in the glossary presented in the Guidelines and Tools for Age-reading Comparisons - Version 1 October 2000. Eltink, A.T.G.W., Newton A.W., Morgado, C., Santamaria, M.T.G. Modin J. 2000. *EFAN Report 3-2000*, 75pp. La terminologie utilisée dans ce rapport est tirée du glossaire présenté dans les Comparaisons des directives et instruments de lecture d'âge - Version du 1er octobre 2000. Eltink, A.T.G.W., Newton A.W., Morgado, C., Santamaria, M.T.G. Modin J. 2000. *EFAN Rapport 3-2000*, 75pp.

Discontinued ring – A ring read as an annulus but which cannot be followed over the entire calcified structure.

Anneau discontinu – un anneau discontinu ne pouvant être suivi sur toute la structure calcifiée, néanmoins considéré comme un anneau à part entière.

False ring – a ring, which should not be interpreted as an annual ring, because it is laid down on the calcified structure as a result of some short-term fluctuation in environmental and/or biological parameters.

Faux anneau – un anneau qui ne devrait pas être interprété comme anneau annuel, car sa présence sur la structure calcifiée résulte de fluctuations à court terme des paramètres environnementaux et/ou biologiques.

Growth pattern – in sardine size of annuli vary according to a pattern. This pattern when considered as a stable one can be used to distinguish between true and false annuli for the first year's growth.

Modèle de croissance – chez la sardine la taille des anneaux varie selon le modèle. Quand le modèle est considéré comme stable, il peut être utilisé pour distinguer les vrais des faux anneaux de croissance de la première année.

Modal age – the age for which most readers have a preference. It is recommended that the modal age be based on the age-readings of the experienced readers.

Age modal – c'est l'âge attribué par le plus grand nombre de lecteurs. Il est recommandé que cet âge modal se base sur des lectures d'âge effectuées par des lecteurs expérimentés.

Nucleus – term used to denote the early part of the otolith formed prior to any accessory growth centres. This part of the otolith approximately corresponds to the otolith formed during the larval phase.

Noyau – terme employé pour désigner la partie initiale de l'otolithe formée avant tous les autres centres annexes de croissance. Cette partie correspond approximativement à l'otolithe formé pendant la phase larvaire.

Opaque zone – a zone that restricts the passage of light when compared with a translucent zone.

Zone opaque – zone qui limite le passage de la lumière par opposition à une zone translucide.

Precision – the variability in the age-readings. In the age bias plots the precision is preferably indicated by the mean age $\pm 2\text{stdev}$, while in general as the coefficient of variation (CV) by age group or as a weighted mean over all age groups.

Précision – variabilité des lectures d'âge. Sur les graphiques de variabilité des lectures, la précision sera de préférence indiquée comme l'âge moyen $\pm 2\text{stdev}$, alors qu'elle est généralement représentée comme le coefficient de variation (CV) par groupe d'âge ou comme la moyenne pondérée pour tous les groupes d'âge.

Translucent zone – a zone that allows the passage of greater quantities of light than an opaque zone. The term is a relative one because a zone is determined to be translucent on the basis of the appearance of adjacent zones in the otolith. Under reflected light the translucent zone appears dark and the opaque zone appears bright. The term hyaline has been used, but translucent is the preferred term.

Zone translucide – zone qui permet un meilleur passage de la lumière qu'une zone opaque. Cette notion est relative car une zone est déterminée comme translucide par comparaison aux zones adjacentes de l'otolithe. En lumière réfléchie, la zone translucide apparaît en foncé et la zone opaque en clair. Le terme "hyaline" est aussi utilisé, mais on lui préfère "translucide".

Validation – the process of estimating the accuracy of an age estimation method.

Validation – processus d'estimation de la précision d'une méthode de détermination d'âge.

Year-class – the cohort of fish that were spawned or hatched in a given year (e.g., the 1990 year-class).

Classe annuelle – cohorte des poissons pondus ou nés au cours d'une même année (par exemple, la classe annuelle 1990).

1. INTRODUCTION

1.1 Terms of reference

The first FAO Working Group on the assessment of small pelagics off Northwest Africa, held in Nouadhibou, Mauritania in March 2001, recommended an age-reading workshop for Sardine (*Sardina pilchardus*). The workshop was organised by the Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (AtlantNIRO), Kaliningrad, Russian Federation from 28 to 31 August 2001.

The terms of reference of the workshop were:

- To test and improve the precision of current sardine ageing procedures;
- To improve the quality of sardine age-readings;
- To discuss existing otoliths preparation methodology, based on each reader knowledge, in order to prepare a standard for all institutes involved in the workshop;
- To develop existing ageing methods with a view towards rationalising current practices while satisfying the demands for precision and consistency;
- To establish sardine age-reading criteria;
- To prepare a reference collection for use in inter-calibration exercises;
- To stimulate regional collaboration.

1.2 Objectives of the workshop

The main objective of this workshop was to standardise the Northwest African sardine age-reading methodologies and to establish equal age-reading criteria.

Specifically, the workshop aimed to:

- a) Familiarise the participants with relevant terminology used during the workshop, including the terms "accuracy", "precision", "bias", "average age", "modal age", "agreement", etc;
- b) Discuss the results of the 2000 sardine otoliths exchange with the otolith readers and provide suggestions on how to improve their age-reading techniques;
- c) Describe and discuss the otolith processing methods and the age estimation criteria used by the different research institutes;
- d) Present a synopsis of the biology of the Northwest African sardine focusing on such aspects as stock distribution, spawning period and juvenile distribution, which are relevant to age-reading;
- e) Present otoliths images from the Iberian Sardine agreed collection in order to promote discussion on otoliths interpretation;
- f) Perform a reading based on a sub-sample from the exchange and discuss the results immediately after reading in order to correct the ageing interpretation of each reader;
- g) Prepare a manual on sardine age estimation that would provide guidelines to experienced and inexperienced otoliths readers on how to read and interpret the rings in order to achieve high precision;
- h) Provide recommendations on how the quality of the age-readings can be improved;
- i) Provide information on the bias, accuracy and precision of the age-reading by age group for each reader and for the whole group.

1.3 Participation

The workshop was held in Kaliningrad, Russian Federation, 28-31 August 2001 with the following participants:

Participants taking part in the age-readings:

Luiza Scherbich*	Reader 1	AtlantNIRO	Russian Fed.
Maria Teresa Santamaria*#	Reader 2	IEO – Canarias	Spain
Aziza Lakhnigue*#	Reader 3	INRH	Morocco
Abdelhakim Mesfioui	Reader 4	INRH	Morocco
Olga Mishenko*	Reader 5	AtlantNIRO	Russian Fed.

Other participants:

Ana Maria Caramelo (Chair)	FAO	Italy
Merete Tandstad	FAO	Italy
Cristina Morgado	IPIMAR	Portugal
Natali Barkova	AtlantNIRO	Russian Fed.
Nikolay Timoshenko	AtlantNIRO	Russian Fed.
Vladimir Severin	AtlantNIRO	Russian Fed.
Pjotr Bukatin	AtlantNIRO	Russian Fed.
Pavel Gasyukov	AtlantNIRO	Russian Fed.
Tatiana Mishenko	AtlantNIRO	Russian Fed.

* readers participating in the 2000 otolith exchange

people involved in preparing age-length keys in their respective research institutes

2. GENERAL

2.1 Synopsis on the biology of sardine in Northwest African waters

Introduction

The sardine (*Sardina pilchardus* Walb., 1792) is found off the Northwest African coast from Morocco to Senegal.

Several authors such as Belvéze (1972, 1984), Biaz (1976), Bravo de Laguna *et al.* (1976), Belvéze and Rami (1978) and Krzeptowski (1983), have contributed with studies on stock identification criteria, based on reproduction, vertebra number, pre-dorsal and pre-anal length, parasites and growth. Other studies based on electrophoresis of proteins are also intended to analyse stock identification (Furnestin, 1950; Barkova and Domanevsky, 1976; Biaz, 1976). However, these studies presented different conclusions and it was difficult to consider the best approach.

Distribution and migration pattern

Figure 1 shows the fishing zones of sardine off the Northwest African coast. The migration pattern of sardine in zones A (32°N – 25°N) and B (29°N – 26°N) have been studied using information from the activities of the commercial fleet and results from acoustic surveys (Belvéze and Erzini, 1983). At the end of autumn and beginning of winter, a perpendicular movement of sardine towards the coast is observed when spawners move inshore to spawn. A seasonal movement of sardine along the coast is also observed.

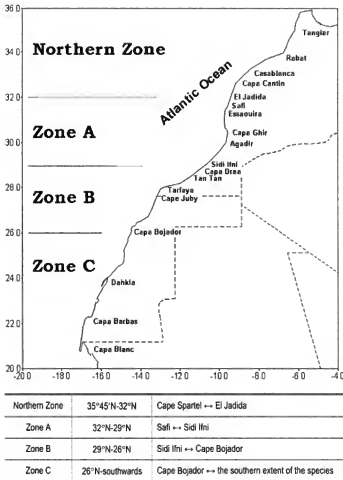


Figure 1. Fishing zones of Northwest African sardine

These migration patterns are linked both to the seasonal character of the upwelling system in the region and to the location of the Senegal-Mauritanian thermal front. During winter, the sardine leaves the area around Safi and Sidi Ifni (32°N–29°N) and concentrate in the northern part of zone B. The sardines migrate northwards in summer-autumn and southwards in winter-spring.

In southern zone B and zone C (28°N–16°N), sardines are distributed at depths from 20 to 200m, while individual schools have been recorded within the pelagic layer at depths of 200–500m. In autumn-winter depth ranges are much wider than in spring-summer.

Young sardine stays in the coastal zone off Cape Blanc on the Argon Bank despite not forming dense aggregations. In autumn the young fish distribution shifts northwards. In August sardines with 10-12 cm total length appear between Capes Dermford and Bojador. No small specimens (< 10 cm) are observed north of 23°N. Figure 2 shows the distribution of sardine aggregations during the year.

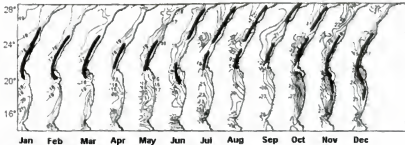


Figure 2. Sardine aggregation distribution related to water temperature (from Barkova and Sewdykh, 1985)

Age and growth

There are studies on age and growth of sardine along the Northwest African coast (Belevéze, 1972, 1984; Belevéze and Rani, 1978; Barkova *et al.* 1980; Delgado *et al.*, 1981; Kreptowski, 1983; Staicu and Maximum, 1985; Maxim, 1990; Santamaria, 1995; Staicu *et al.*, 1997).

Santamaria and Lopez Abellán (2001) (Appendix 1) showed that the growth parameters obtained by different authors are diverse, depending on age range, structure (otolith or scale) and method used to obtain the parameters, consequently, different parameters do not necessarily mean different growth of the species.

Reproduction and recruitment

The spawning season of sardine is relatively long and spawners are observed during the whole year. However, two peaks can be identified, corresponding to periods with weak trade winds and minimum upwelling. The first, which is the most important, occurs during the winter (November-February) and the second, during the spring (April-May) (Sedletskaia, 1973; Barkova and Domanevskiy, 1990).

Sardine spawning periods, are mainly determined by temperature and upwelling trends (Barkova and Sedykh, 1985), hence, the spawning ground area and shift of spawning grounds depend on the seasonal upwelling trends.

The main spawning ground is located in the area between Tan Tan and Tarfaya. At Essaouira, a second spawning ground has been identified, based on observations from acoustic surveys. Ichthyoplankton surveys carried out between 1994 and 1997, confirmed the existence of eggs and larvae concentrations between Tan Tan and Cape Juby, extended in 1994 to Safi (Ettahiri, 1996).

A recruitment survey carried out by R/V *AtlantNIRO* during April and May 1999, has revealed two areas of small sardine: a small area at 25°30' and a more significant area on the southern shelf from 22°45' to 21°N.

Feeding

Sardine feeds most actively from May to October. The major food items during this period are copepods and to a lesser extent, amphipods, *nauplii* and diatoms. Seasonal variability of food composition is related to hydrographic conditions – during intensive upwelling periods, phytoplankton constitutes the main food supply, while during periods of minimum upwelling the basic food consists of zooplankton (Krzeptowski, 1983).

2.2 Review of previous validations

In 1978 and 1979 (FAO, 1978, 1979) two important meetings were carried out relating to age determination and standardisation of age-reading techniques. At the first meeting, in which scientists from all the countries involved in Northwest African sardine fishery took part, an analysis of the structures used by each country was carried out to determine age (scales and/or otoliths), preparation and preservation techniques, the sampling plan, as well as the establishing of 1 January as the date of birth. Some age-reading problems were pointed out, such as locating the first ring, pseudo or false rings and the nature of the edge. In order to overcome these difficulties an exchange programme was carried out.

During the 1979 workshop, methods to be used in the extraction, preservation of otoliths and scales, and the size of the biological sample were discussed, as well as a need to use both structures as a mean of comparison.

2.3 Review of sample processing techniques and age estimation criteria by country

Table 1 shows the main aspects of processing techniques of different laboratories involved in age determination of Northwest African coast sardines.

Table 1. Summary on age-reading processing techniques

Country	Samples	Mounting method	Magn.	Relevant comments
Russian Federation	Surveys	Black plastic slides in a polyester resin	16×	Daily growth studies applied on first ring determination
Spain	Commercial catches	Black plastic slides in a polyester resin	20×	Scales and reliability scale to calibrate otoliths age determination
Morocco	Commercial catches	Black plastic slides in a polyester resin	10-20×	Discussion on age determination between readers with otoliths images on the screen

Russian Federation

Sampling is made at sea during the research surveys. Sardine is cut transversely behind the eyes and otoliths (*sagitta*) are removed. Otoliths are mounted in a polyester resin on black plastic slides. Age-reading is carried out using a binocular microscope with magnification 8×2. A water-alcohol (1:1) mixture is used to improve visualization. Fish length is known at time of age-reading.

Criteria used:

- The main difference between annual rings and false rings is thickness and continuity over the whole otolith surface. False rings are always narrower than annual rings. On the dorsal and ventral surfaces of otoliths false rings merge with the annual, while at *rostrum* only annual rings are observed;
- The location of the first *annulus* is based on visual observations and quantitative measurements developed from otolith microstructure research. The radius of the first annual ring varies between 18–30 units (1 mm = 20 units, 16× magnification) depending on the month of birth. On average the first ring radius is equal to 20–25 units. As a criteria a ring with a radius smaller than 19 units (16× magnification) is considered to be a false ring;
- Translucent ring at the otolith edge from 1 January to March is counted as an annual ring. Opaque zone at the edge is not considered as annual except in January–February, if this width is comparable to an annual ring;
- The date of birth is assumed to be 1 January.

Spain

Otoliths are collected randomly from a monthly sample from commercial landings at Arrecife de Lanzarote (Canary Islands). The otoliths (*sagitta*) are removed through two longitudinal cuts and a transversal one, just behind the eyes to remove the head and gills. The otoliths are then extracted through the vomer (roof of the oral cavity), rinsed with water and mounted in a polyester resin (Eukitt) on black plastic slides. Otoliths are observed with a stereomicroscope with magnification of 20×. The fish length is unknown in order to avoid influences on the age attribution.

Four or five scales are removed from the left shoulder of the fish between the head and the dorsal fin, rinsed with water and mounted between 2 glass microscope slides. Scales are observed with a profile projector.

Both otoliths and scales are read separately assigning a reliability between 1 and 4 depending on confidence in the reading: 1 (completely unreliable), 2 (unreliable), 3 (reliable), 4 (very reliable). The age attributed based on the otolith reading is compared with the one obtained by the scales reading and it is considered as adopted age only when there is concordance between the two readings and when the reliability is 3 and/or 4.

The age interpretation using both otoliths and scales was done following the recommendations of FAO (1978, 1979) and summarized by Gofñi (1979).

Criteria used:

- The calcified nucleus is equivalent to 1 year old. After the nucleus, each set of opaque and translucent rings is considered as 1 year old;
- If a ring is narrower than the following ring, it is considered as false;
- In samples obtained during the 3rd and 4th quarter, the last opaque ring is not taken into account;
- Reliability between otoliths and scales are taken into account;
- The date of birth is assumed to be 1 January.

Morocco

Sampling takes place in fishing harbours. Otoliths (*sagitta*) are extracted through a transversal cut between the eyes and the pre-opercule. They are then washed and stored in small vials. Back in the laboratory they are mounted in a polyester resin (Eukitt) on black plastic slides. They are then observed through a stereomicroscope with a magnification of 10-20×. The otolith image on the screen allows several readers the opportunity to discuss its age.

Criteria used:

- The birth date is 1 January;
- Otoliths with no visible rings are considered to belong to age class 0 if the catch date is previous to 1 January;
- After this date, it is considered that the ring is in formation, even if not visible, and the age attributed is 1;
- Annual rings are formed at a decreasing distance as the fish becomes older;
- Otoliths with an opaque edge during the first semester or translucent during the second are considered to belong to the previous age group.

3. OTOLITH EXCHANGE

3.1 Introduction

A sardine otolith exchange was carried out in October-November 2000 with the following objectives:

- To describe the age-reading method of each individual age reader;
- To estimate precision from the age-readings of each individual age reader;
- To investigate whether problems occur concerning the interpretation of the edge (translucent/opaque);
- To evaluate the results of the exchange.

Participants in the otolith exchange

The otolith readers who participated in this otolith exchange were:

Luiza Scherbich	AtlantNIRO	Russian Fed.
Olga Mishenko	AtlantNIRO	Russian Fed.
El Youssoufi	INRH	Morocco
Maria Teresa Santamaria	IEO	Spain

Other participants:

Ana Maria Caramelo	FAO	Italy
Merete Tandstad	FAO	Italy

3.2 Material and methods

The exchange collection comprised a total of 150 pairs of sardine otoliths, caught off the Northwest African coast (between 21°N–32°N) in 1998, 1999 and 2000. Each country had contributed with 50 pairs, and all participants read the entire collection. The total length of individuals ranged from 8.2 to 27.7 cm. Whole otoliths were mounted in synthetic resin (Eukitt) on black slides.

The age determination criteria assumed were:

- Date of birth is 1 January;
- A translucent and an opaque ring constitute an annual growth zone.

3.3 Comments

Some readings were done with no access to information of the month of catch. In some cases the age assigned was the number of rings counted and in others the age was based on the otolith interpretation considering month of catch.

The age class is not necessarily equivalent to the number of rings, depending on the month of catch. Due to this problem it was decided not to take into account the statistical analysis of the exchange results.

However, an exploratory analysis of the results had shown that for the same otoliths the number of rings assigned between readers presented differences bigger than 1. These discrepancies were probably related to problems in first ring and edge interpretation.

4. THE WORKSHOP

4.1 Material and methods

In order to reach a consensus on age estimation criteria a plenary discussion was held using examples from the Iberian otoliths agreed collection. The discussions focused on the first ring allocation.

Following this discussion, age readers were asked to read some otoliths that presented very high or very low agreement in the exchange programme. The month of catch of all the otoliths studied at the workshop was known. Readers were also asked to explain their own age interpretation and the criteria applied. Subsequently, in a plenary session, all the rules used for sardine age estimation were discussed and common criteria were agreed.

In order to check whether the five readers adopted the agreed criteria, an independent age-reading was performed. A total of 70 otoliths from the exchange collection were observed (32 from the Russian Federation collection and 38 from the Moroccan collection) and the fish length range was 9.7 to 27.0 cm. Age estimations were performed with a binocular

microscope (16×). The month of catch was provided. Readers were asked to attribute a degree of reliability to each age estimation.

To overcome difficulties with otoliths edge interpretation, a final plenary was carried out to evaluate the monthly evolution of the edge. For this purpose two otoliths per month were observed. These otoliths, from the Moroccan laboratory, were previously unseen and thus ensured that each participant applied the agreed criteria correctly and avoided assigning ages from memory.

4.2 Results and discussion

The agreed criteria are shown in section 6 (Guidelines for sardine age estimation).

Age-readings were analysed with a spreadsheet developed by Guus Eltink (Eltink *et al.*, 2000), and are presented in Appendix II. The total percentage of agreement was 72.5% with a coefficient of variance (CV) of 41.4%. The number of age-readings by modal age performed at the workshop is presented in Appendix III. High CVs obtained for some otoliths correspond to individuals aged between 0 and 1 year. These high values (greater than 100%) are not an indication of high variation in age determination. The CV is a statistical measure which is very sensitive to low values, e.g. for an age attribution of 0, 0, 1, 0 and 0 the CV is 224% while for the same age variation but at different ages e.g. 4, 4, 5, 4 and 4 the CV is 11%. Considering this fact, the CV analysis was not considered.

Table 2 and Table 3 present the percentage of agreement and the relative bias by modal age for each reader. Reader 1, 2 and 5 show an overall agreement higher than 80%.

Table 2. Percentage agreement by reader and by all readers combined, for each modal age (the weighted mean is the percentage of agreement weighted by number of otoliths belonging to each modal age; ranking is the relative result of each reader considering all readers).

Modal age	Reader 1	Reader 2	Reader 3	Reader 4	Reader 5	All readers
0	100	50	92	69	77	79
1	82	95	41	95	81	79
2	89	88	56	33	89	71
3	67	80	83	33	100	72
4	60	80	80	0	40	52
5	67	83	33	50	83	63
Weighted mean	83	83	60	59	81	73
Ranking	1	2	4	5	3	

Age-reading bias considering all readers combined is less than 0.40 years (Table 3). However, reader 4 presents a high tendency to underestimate age, mainly for individuals older than 1 year.

Table 3. Relative bias by reader and by all readers combined, for each modal age (the weight mean is the percentage of agreement weighted by number of otoliths belonging to each modal age; ranking is the relative result of each reader considering all readers).

Modal age	Reader 1	Reader 2	Reader 3	Reader 4	Reader 5	All readers
0	0.00	0.50	0.23	0.38	0.31	0.27
1	0.18	0.05	0.77	-0.05	0.24	0.24
2	-0.11	0.12	0.50	-0.67	0.00	-0.03
3	-0.33	-0.40	0.33	-0.83	0.00	-0.24
4	0.20	-0.20	-0.60	-0.80	-0.40	-0.36
5	0.33	0.17	-0.33	-0.50	0.17	-0.03
Weighted mean	0.04	0.09	0.37	-0.29	0.12	0.07
Ranking	1	2	5	4	3	

Results on age readers bias relative to modal age are presented in Figure 3. In general terms, readers' bias was low. Reader 1, 2 and 5 show age estimations very similar to modal age. Reader 3 shows a tendency to overestimate younger ages and underestimate older ages. Reader 4 underestimates all ages.

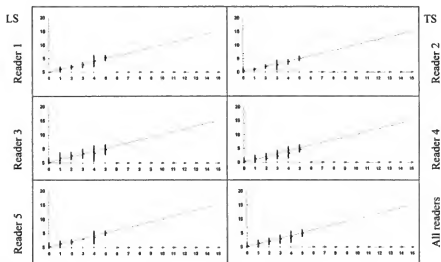


Figure 3. Age bias plots - mean age recorded \pm 2 stdev of each age reader and all readers combined are plotted against the modal age. The estimated mean age corresponds to modal age, if the estimated mean age is on the 1:1 equilibrium line (solid line). Relative bias is the age difference between estimated mean age and modal age

Table 4 presents the comparison of bias between readers and between modal age, after a Wilcoxon test. Reader 4 shows high differences to the other age readers. Reader 3 shows good agreement with other age readers, however the Wilcoxon test indicates a certain probability of bias compared with modal age.

Table 4. Inter-reader bias t and reader against modal age bias test – Wilcoxon test. (- no sign of bias ($p > 0.05$); * possibility of bias ($0.01 < p < 0.05$); ** certainty of bias ($p < 0.01$))

	Reader 1	Reader 2	Reader 3	Reader 4	Reader 5
Reader 1		-	-	**	-
Reader 2	-		-	**	-
Reader 3	-	-		**	-
Reader 4	**	**	**		**
Reader 5	-	-	-	**	
Modal Age	-	-	*	*	-

The mean length at age of the workshop sample by reader is presented in Figure 4. For ages 0, 1 and 2 all readers estimate the same length. For older ages, Reader 4 estimates higher length at age than other readers, as a result of the age underestimation previously referred to in Table 3. Some differences were observed for ages 3 to 5.

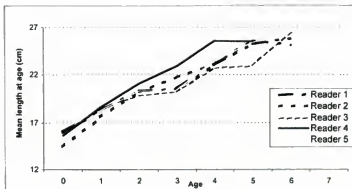


Figure 4. Mean length at age by reader based on workshop readings

5. AGE-READING ERRORS IN STOCK ASSESSMENTS

Several authors have studied the effects of age-reading errors on stock assessment (Pope and Gray, 1983; Bradford, 1991; ICES, 1999; Reeves, 2001).

Different types of information structured by age such as catch at age data, mean weight at age and in the catch, proportions of mature fish by age and tuning data are very important for analytical methods of stock assessment. There are two sources of errors in these types of information: sampling errors and errors caused by age-reading. The last one could have a major influence on the results of the assessment, and thus on management advice.

In order to demonstrate the importance of correct age estimation an example (Reeves, 2001) with the Eastern Baltic Cod stock (ICES Sub-divisions 25-32) was presented by Pavel Gasyukov.

Considering two age-reading laboratories, X and Y, with different age-reading criteria, Figure 5 shows the different input data for the same stock for each laboratory and for the combined age determination¹.

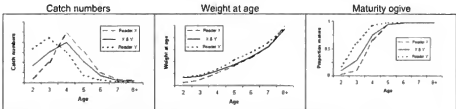


Figure 5. Stock assessment input data depending on different age-reading criteria (X and Y) and combined criteria (X&Y).

As the input data are dependent on the age-reading criteria used, the assessment results are also dependent on them. Figure 6 shows different stock parameters based on different age-readings.

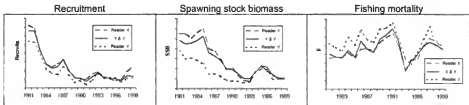


Figure 6. Historical stock parameters, obtained considering different age-readings criteria (X and Y) and combined criteria (X&Y).

The differences in stock trends indicated by the three comparative assessments also have implications for the perception of any relationship between spawning stock and recruitment.

¹ The examples presented are adapted from Reeves (2001) for Eastern Baltic Cod ICES stock (Subdivisions 25-32)

Ageing errors can cause a substantial reduction in the inter-annual variability in recruitment, and this effect will tend to increase the estimates of abundance of weak year classes and reduce those of strong year classes through mis-classification of fish between year classes (Bradford, 1990).

The fishing pattern is very different in each case, as shown in Figure 7. Deviations in fishing patterns are high for young age groups because reader Y tends to allocate a younger age to a given fish than reader X.

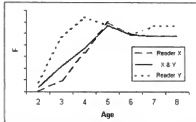


Figure 7. Fishing pattern obtained, considering different age-reading criteria (X and Y) and combined criteria (X&Y)

Figure 8 summarizes the consequences of selecting a given level of fishing mortality relative to the current level. For each level of F , the information given is the forecast catch and the subsequent spawning biomass. Managers can select a catch such that F is below the precautionary level and result in the level of spawning stock biomass (SSB) being above the precautionary levels. However, it is useful to consider the relationship between relative fishing mortality and forecast catch. As it can be seen from Figure 8 for an increase of twice the present fishing mortality, each approach will produce different catches.

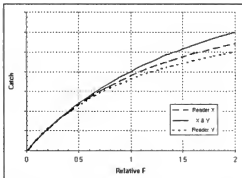


Figure 8. Short-term catch forecast corresponding to various F -multipliers considering different age-readings criteria (X and Y) and combined criteria (X&Y).

Management decisions are made on the basis of the knowledge of the current state of the stock in relation to defined reference points. Thus different Age-Length-Keys, applied to the same length catch matrix can provide a different understanding of the status of the stock and consequently different management decisions.

6. GUIDELINES FOR SARDINE AGE ESTIMATION

1. The basic characteristics taken into account in the annual rings are:
 - around the entire otolith body;
 - continuity;
 - thickness.
2. In the age estimation process, the position of the first annual ring should be the major point of the agreement procedure. Generally the first annual ring should have between 19 and 30 units (1mm = 20 units at magnification 16x) of measurement depending on the month of birth of the sardine.
3. In some cases it was observed that sardines of 6-11 cm in total length caught during the year with 2-5 translucent rings had the age of 60-220 days and these rings cannot be considered as annual but only as false. These sardines will be assigned to a certain year class depending on their catch date.
4. Ring width decreases mainly in the first 2 years of life.
5. If sardine is caught during the year with an opaque zone on the otolith edge the age assigned will be equal to the number of rings observed minus one.
6. If sardine is caught in January-March with a translucent ring on the otolith edge the age assigned will be equal to the number of annual rings observed.
7. If sardine is caught in September-December with a translucent ring on the otolith edge the age assigned will be equal to the number of annual rings observed minus 1.

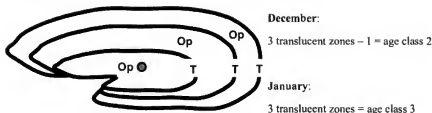


Figure 9. Example of age interpretation (Op – opaque; T – translucent).

Appendix IV shows otolith images from age zero to 6 that were selected as guidelines for age determination.

7. RECOMMENDATIONS

1. A minimum of 10 individuals from each half centimetre length by month of catch should be analysed biologically.
2. All the pairs of otoliths must be taken and mounted in plastic slides with synthetic resin (©Eukitt)
3. The criteria adopted in this workshop must be applied to estimate the age of sardine.
4. The reliability of the age-reading should be taken into account.
5. It is preferable that two readers from each country should read the otoliths, discuss and agree upon the age-readings from their fisheries .
6. If some otoliths are in bad condition and/or the reliability of the age is low then the otolith should be rejected.
7. If the difficulties in the age interpretation using otoliths are very persistent then it would be useful to read the scales and compare the results.
8. Age-length-keys for assessment purposes should be developed by the workshop participants.
9. Every year an exchange of 50 otoliths from each country should be made among readers.
10. In some otoliths (50) from the exchange the measurements (in millimetres) of the annual rings should be taken.
11. If the results of the exchange show low precision in the age-readings a workshop should be carried out.
12. The work on daily increments should be encouraged, in order to improve the knowledge of sardine age estimation.
13. A guideline for age-readings should be prepared by the FAO /FIRM in 2002.

8. ACKNOWLEDGEMENTS

To the AtlantNIRO laboratory in Kaliningrad, Russian Federation, for providing very good facilities for hosting this workshop and to all participants of the Workshop for the excellent work done before, during and after this Workshop. Thanks to Cristina Morgado from IPIMAR for helping the FAO/FIRM in the preparation of the meeting, statistic analysis and of this report.

1. INTRODUCTION

1.1 Termes de référence

Le premier Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale, qui s'est réuni à Nouadhibou, Mauritanie, en mars 2001, a recommandé un atelier de lecture d'âge pour la sardine (*Sardina pilchardus*). L'atelier a été organisé par l'Institut de recherche scientifique atlantique des pêches marines et de l'océanographie (AtlantNIRO), Kaliningrad, Fédération de Russie, du 28 au 31 août 2001.

Les termes de référence de l'atelier étaient:

- Tester et améliorer la précision des procédures actuelles de vieillissement des sardines;
- Améliorer la qualité des lectures d'âge de sardine;
- Discuter la méthodologie existante de préparation des otolithes, basée sur la connaissance de chaque lecteur, afin de préparer une norme pour tous les instituts impliqués dans l'atelier;
- Développer les méthodes de vieillissement existantes en envisageant de rationaliser les pratiques en vigueur tout en satisfaisant les demandes de précision et d'uniformité;
- Etablir des critères de lecture d'âge des sardines;
- Préparer une collection de références à utiliser dans les exercices d'inter-calibration;
- Stimuler la collaboration régionale.

1.2 Objectifs de l'atelier

L'objectif principal de cet atelier était de normaliser les méthodologies de lecture d'âge des sardines de l'Afrique du nord-ouest et d'établir des critères égaux de lecture d'âge.

Spécifiquement, l'atelier avait pour but de:

- a) Familiariser les participants avec la terminologie appropriée utilisée pendant l'atelier, y compris les termes «exactitude», «précision», «biais», «âge moyen», «âge modal», «accords», etc.;
- b) Discuter les résultats de l'échange 2000 d'otolithes de sardine avec les lecteurs d'otolithes et fournir des suggestions sur la façon d'améliorer leurs techniques de lecture d'âge;
- c) Décrire et discuter les méthodes de transformation des otolithes et les critères de détermination de l'âge employés par les différents instituts de recherche;
- d) Présenter une vue d'ensemble de la biologie de la sardine de l'Afrique du nord-ouest se concentrant sur des aspects tels que la distribution des stocks, la période de ponte et la distribution des juvéniles qui sont significatifs pour la lecture d'âge;
- e) Présenter les images d'otolithes de la collection de sardines ibériques convenue afin de lancer la discussion sur l'interprétation des otolithes;
- f) Procéder à une lecture basée sur un sous-échantillon de l'échange et discuter les résultats juste après la lecture afin de corriger l'interprétation d'âge de chaque lecteur;
- g) Préparer un manuel sur la détermination de l'âge de la sardine qui fournirait des directives aux lecteurs d'otolithes expérimentés et inexpérimentés sur la façon de lire et interpréter les anneaux afin d'atteindre une haute précision;
- h) Faire des recommandations concernant la façon dont la qualité des lectures d'âge peut être améliorée;
- i) Fournir des informations sur le biais, l'exactitude et la précision de la lecture d'âge par groupe d'âge pour chaque lecteur et pour le groupe entier.

1.3 Participation

L'atelier s'est réuni à Kaliningrad, Fédération de Russie, du 28 au 31 août 2001 avec les participants suivants:

Participants participants aux lectures d'âge:

Luiza Scherbich*	AtlantNIRO	Russie (Féd.)	Lecteur 1
Maria Teresa Santamaria*#	IEO – Canaries	Espagne	Lecteur 2
Aziza Lakhniguc*#	INRH	Maroc	Lecteur 3
Abdelhakim Mesfioui	INRH	Maroc	Lecteur 4
Olga Mishenko*	AtlantNIRO	Russie (Féd.)	Lecteur 5

Autres participants:

Ana Maria Caramelo (Présidente)	FAO	Italie
Merete Tandstad	FAO	Italie
Cristina Morgado	IPIMAR	Portugal
Natali Barkova	AtlantNIRO	Russie (Féd.)
Nikolay Timoshenko	AtlantNIRO	Russie (Féd.)
Vladimir Severin	AtlantNIRO	Russie (Féd.)
Pjotr Bukatin	AtlantNIRO	Russie (Féd.)
Pavel Gasyukov	AtlantNIRO	Russie (Féd.)
Tatiana Mishenko	AtlantNIRO	Russie (Féd.)

* lecteurs participant à l'échange d'otolithes 2000.

personnes impliquées dans la préparation des clés d'identification âge-longueur dans leurs instituts de recherche respectifs.

2. GÉNÉRAL

2.1 Synopsis de la biologie de la sardine dans les eaux de l'Afrique du nord-ouest

Introduction

On trouve la sardine (*Sardina pilchardus* Walb., 1792) au large des côtes de l'Afrique du nord-ouest du Maroc au Sénégal.

Plusieurs auteurs tels que Belvéze (1972, 1984), Biaz (1976), Bravo de Laguna et al. (1976), Belvéze and Rami (1978) and Krzeptowski (1983), ont contribué avec des études sur les critères d'identification des stocks, basés sur la reproduction, le nombre de vertèbres, la longueur pré-dorsale et pré-anale, les parasites et la croissance. D'autres études basées sur l'électrophorèse des protéines sont également destinées à l'analyse de l'identification des stocks (Furnestin, 1950; Barkova et Domanevsky, 1976; Biaz, 1976). Cependant, ces études ont présenté différentes conclusions et il était difficile de considérer la meilleure approche.

Distribution et modèle de migration

La Figure 1 montre les zones de pêche de la sardine au large de la côte de l'Afrique du nord-ouest. Le modèle de migration de la sardine dans les zones A (32°N – 25°N) et B (29°N – 26°N) ont été étudiées en utilisant des informations sur les activités de la flotte commerciale et des résultats des campagnes acoustiques (Belvéze et Erzini, 1983). A la fin de l'automne et au début de l'hiver, on observe un mouvement perpendiculaire de la sardine vers la côte quand

les géniteurs se déplacent vers le littoral pour se reproduire. On observe également un mouvement saisonnier de sardine le long de la côte.

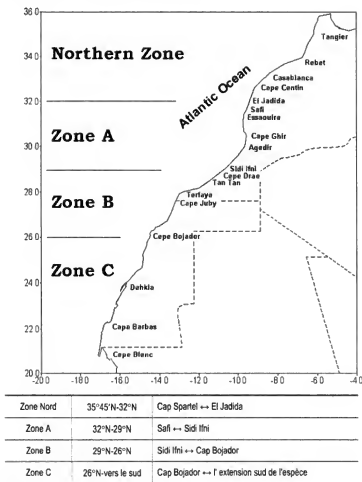


Figure 1. Zones de pêche de la sardine en Afrique du nord-ouest

Ces modèles de migration sont liés au caractère saisonnier du système d'upwelling dans la région et à l'emplacement du front thermique Sénégal-Mauritanie. Pendant l'hiver, la sardine quitte la zone autour de Safi et Sidi Ifni (32°N-29°N) et se concentre dans la partie nord de la zone B. Les sardines migrent vers le nord pendant la période été-automne et vers le sud pendant la période hiver-printemps.

Dans la zone méridionale B et la zone C (28°N-16°N), les sardines sont distribuées à des profondeurs entre 20 et 200m, alors que différents bancs individuels ont été enregistrés dans

la couche pélagique à des profondeurs de 200 à 500m. Pendant la période automne-hiver les niveaux de profondeurs sont beaucoup plus étendus que pendant la période printemps-été.

La jeune sardine reste dans la zone côtière au large du cap Blanc sur la rive de l'Argon tout en ne formant pas d'agrégaions denses. En automne, la distribution de jeunes poissons se déplace vers le nord. En août, les sardines d'une longueur totale de 10-12 centimètres apparaissent entre les caps Dernford et Bojador. Aucun petit spécimen (< 10 centimètres) n'est observé au nord du 23°N. La figure 2 montre la distribution des agrégations de sardine pendant l'année.

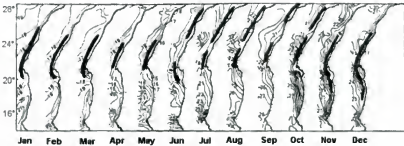


Figure 2. Distribution des agrégations de sardine en rapport avec la température de l'eau (Barkova et Sewdykh, 1985)

Age et croissance

Il y a des études sur l'âge et la croissance de la sardine le long de la côte de l'Afrique du nord-ouest (Belevéze, 1972, 1984; Belevéze et Rani, 1978; Barkova *et al.* 1980; Delgado *et al.*, 1981; Kreptowski, 1983; Staicu et Maximum, 1985; Maxim, 1990; Santamaria, 1995; Staicu *et al.*, 1997).

Santamaria et Lopez Abellán (2001) (Annexe I) ont prouvé que les paramètres de croissance obtenus par différents auteurs sont différents, selon l'âge, la structure (otolithe ou écaille) et la méthode employée pour obtenir les paramètres, par conséquent, des paramètres différents ne signifient pas nécessairement une croissance différente de l'espèce.

Reproduction et recrutement

La saison de ponte de la sardine est relativement longue et des reproducteurs sont observés pendant toute l'année. Cependant, deux sommets peuvent être identifiés correspondant aux périodes d'alizés faibles et à l'upwelling minimum. Le premier, qui est le plus important, se produit en hiver (novembre-février) et le second au printemps (avril-mai) (Sedletskaia, 1973; Barkova and Domanevskiy, 1990).

Les périodes de ponte de sardine sont principalement déterminées par la température et les tendances de l'upwelling (Barkova et Sedykh, 1985), par conséquent, la surface de la zone de ponte et le changement des zones de ponte dépendent des tendances saisonnières de l'upwelling.

La ponte principale se produit dans la zone située entre Tan Tan et Tarfaya. A Essaouira, une deuxième ponte a été identifiée basée sur les observations des campagnes acoustiques. Les campagnes d'ichtyoplancton réalisées entre 1994 et 1997 ont confirmé l'existence de concentrations en oeufs et en larves entre Tan Tan et Cap Juby, avec un élargissement en 1994 à Safi (Ettahiri, 1996).

Une campagne de recrutement effectuée par le N/R AtlantNIRO en avril et mai 1999, a révélé deux zones de petites sardines: une petite zone à 25°30' et une zone plus significative sur le plateau sud de 22°45' à 21°N.

Alimentation

La sardine s'alimente le plus activement de mai à octobre. Les principaux aliments pendant cette période sont des copépodes et à un moindre degré, des amphipodes, des *nauplii* et des diatomées. La variabilité saisonnière de composition d'alimentation est liée aux conditions hydrographiques - pendant les périodes intensives d'upwelling, le phytoplancton constitue l'aliment principal, alors que pendant les périodes d'upwelling minimum la nourriture de base se compose du zooplancton (Krzeptowski, 1983).

2.2 Examen des validations précédentes

En 1978 et 1979 (FAO, 1978, 1979) deux réunions importantes ont été organisées concernant la détermination de l'âge et la standardisation des techniques de lecture d'âge. Au cours de la première réunion à laquelle les scientifiques de tous les pays impliqués dans les pêcheries de sardine en Afrique du nord-ouest ont participé, une analyse des structures employées par chaque pays a été effectuée pour déterminer l'âge (écailles et/ou otolithes), la préparation et les techniques de conservation, le plan d'échantillonnage, ainsi que l'établissement du 1er janvier comme date de naissance. Quelques problèmes de lecture d'âge ont été mis en évidence, par exemple la localisation du premier anneau, des pseudo ou faux anneaux et la nature du bord. Afin de surmonter ces difficultés un programme d'échange a été organisé.

Pendant l'atelier 1979, des méthodes utilisées pour l'extraction, la conservation des otolithes et des écailles, et la taille de l'échantillon biologique ont été discutées, ainsi que la nécessité d'utiliser les deux structures comme moyen de comparaison.

2.3 Examen des techniques de traitement des échantillons et des critères de détermination de l'âge par pays

Le Tableau 1 montre les aspects principaux des techniques de traitement de différents laboratoires impliqués dans la détermination de l'âge des sardines de la côte africaine du nord-ouest.

Tableau 1. Résumé des techniques de lecture d'âge

Pays	Echantillons	Méthode de montage	Agr.	Commentaires
Russie (Féd.)	Campagnes scientifiques	Lames en plastique noir dans de la résine de polyester	16×	Etudes de croissance quotidienne appliquée à la détermination du premier anneau
Espagne	Captures commerciales	Lames en plastique noir dans de la résine de polyester	20×	Écailles et écaille de sûreté pour calibrer la détermination d'âge des otolithes
Maroc	Captures commerciales	Lames en plastique noir dans de la résine de polyester	10-20×	Discussion sur la détermination d'âge entre lecteurs avec des images d'otolithes sur l'écran

Fédération de Russie

L'échantillonnage est fait en mer pendant les campagnes de recherche. La sardine est coupée transversalement derrière les yeux et les otolithes (*sagitta*) sont retirés. Les otolithes sont montés dans de la résine de polyester sur des lames en plastique noir. La lecture d'âge est effectuée à l'aide d'un microscope binoculaire avec agrandissement 8×2. Un mélange caualcool (1:1) est employé pour améliorer la visualisation. La longueur du poisson est connue au moment de la lecture d'âge.

Critères utilisés:

- La différence principale entre les anneaux annuels et les faux anneaux est l'épaisseur et la continuité sur la surface entière d'otolithe. Les faux anneaux sont toujours plus étroits que les anneaux annuels. Sur les surfaces dorsales et ventrales des otolithes les faux anneaux fusionnent avec les anneaux annuels, alors qu'au *rostrum* on observe seulement les anneaux annuels;
- L'emplacement du premier anneau est basé sur des observations visuelles et des mesures quantitatives développées à partir de la recherche de microstructures d'otolithes. Le rayon du premier anneau annuel varie de 18 à 30 unités (1 millimètre = 20 unités, agrandissement 16×) selon le mois de naissance. En moyenne le premier rayon d'anneau est égal à 20-25 unités. Comme critère un anneau à rayon plus petit que 19 unités (agrandissement 16×) est considéré comme un anneau faux;
- L'anneau translucide au bord de l'otolithe du 1er janvier au mois de mars est considéré comme anneau annuel. La zone opaque au bord n'est pas considérée annuelle excepté en janvier-février, si cette largeur est comparable à un anneau annuel;
- On assume que la date de naissance est le 1er janvier.

Espagne

Les otolithes sont rassemblés au hasard à partir d'un échantillon mensuel provenant des débarquements commerciaux à Arrecife de Lanzarote (îles Canaries). Les otolithes (*sagitta*) sont retirés par deux entailles longitudinales et une transversale, juste derrière les yeux pour retirer la tête et les ouïes. Les otolithes sont ensuite extraits par le vomer (toit de la cavité buccale), rincés avec de l'eau et montés dans de la résine de polyester (Eukitt) sur des lames en plastique noir. On observe les otolithes par laser avec agrandissement de 20×. La longueur du poisson est inconnue afin d'éviter d'être influencé en matière d'attribution d'âge.

Quatre ou cinq écailles sont retirées de l'épaule gauche des poissons entre la tête et l'aileron dorsal, rincées avec de l'eau et montées entre deux lames de microscope en verre. On observe les écailles avec un projecteur de profil.

Les otolithes ainsi que les écailles sont lus séparément avec attribution de fiabilité de 1 et 4 selon la confiance dans la lecture: 1 (complètement incertain), 2 (incertain), 3 (fiable), 4 (très fiable). L'âge attribué basé sur la lecture d'otolithe est comparé avec l'âge obtenu par la lecture des écailles et il est considéré comme âge adopté seulement quand il y a concordance entre deux lectures et quand la fiabilité est de 3 et/ou 4.

L'interprétation d'âge en utilisant des otolithes et des écailles a été faite suite aux recommandations de la FAO (1978, 1979) et résumée par Goñi (1979).

Critères utilisés:

- Le noyau calcifié est équivalent à l'âge d'un an. Après le noyau, chaque ensemble d'anneaux opaques et translucides est considéré comme ayant plus d'un an;
- Si un anneau est plus étroit que l'anneau suivant, on le considère faux;
- Dans les échantillons obtenus pendant les troisième et quatrième trimestres, le dernier anneau opaque n'est pas pris en considération;
- La fiabilité entre les otolithes et les écailles est prise en considération;
- On assume que la date de naissance est le 1er janvier.

Maroc

L'échantillonnage est réalisé dans les ports de pêche. Les otolithes (*sagitta*) sont extraits par une entaille transversale entre les yeux et à l'avant de l'opercule. Ils sont ensuite lavés et stockés dans de petites fioles. De retour au laboratoire ils sont montés dans de la résine de polyester (Eukitt) sur des lames en plastique noir. On les observe alors au microscope laser avec un agrandissement de 10-20×. L'image d'otolithe sur l'écran permet à plusieurs lecteurs de discuter son âge.

Critères utilisés:

- La date de naissance est le 1er janvier;
- Les otolithes sans anneaux visibles sont considérés comme appartenant à la classe d'âge 0 si la date de capture est antérieure au 1er janvier;
- Après cette date, on considère que l'anneau est en formation, même s'il n'est pas visible, et l'âge attribué est 1;
- Des anneaux annuels sont formés à une distance décroissante quand le poisson devient plus âgé;
- Les otolithes à bord opaque pendant le premier semestre ou translucide pendant le deuxième semestre sont considérés comme appartenant à la classe d'âge précédente.

3. ÉCHANGE D'OTOLITHES**3.1 Introduction**

Un échange d'otolithes de sardine a été effectué en octobre-novembre 2000 avec les objectifs suivants:

- Description de la méthode de lecture d'âge de chaque lecteur individuel d'âge;
- Estimation de la précision des lectures d'âge de chaque lecteur individuel d'âge;
- Etude des problèmes se présentant en ce qui concerne l'interprétation du bord (translucide/opaque);
- Evaluation des résultats de l'échange.

Participants à l'échange d'otolithes

Les lecteurs d'otolithes qui ont participé à cet échange d'otolithes étaient:

Luiza Scherbich	AtlantNIRO	Russie (Féd.)
Olga Mishenko	AtlantNIRO	Russie (Féd.)
El Youssoufi	INRH	Maroc
M ^{re} Teresa Santamaría	IEO	Espagne

Autres participants:

Ana Maria Caramelo	FAO	Italie
Merete Tandstad	FAO	Italie

3.2 Matériel et méthodes

La collection d'échange a comporté un total de 150 paires d'otolithes de sardines, capturées au large de la côte de l'Afrique du nord-ouest (entre 21°N-32°N) en 1998, 1999 et 2000. Chaque pays avait contribué avec 50 paires, et tous les participants ont lu la collection entière. La longueur totale des individus s'échelonnait de 8.2 à 27.7 cm. Des otolithes entiers ont été montés dans de la résine synthétique (Eukitt) sur des lames noires.

Les critères de détermination d'âge présumés étaient:

- La date de naissance est le 1er janvier;
- Un anneau translucide et opaque constitue une zone annuelle de croissance.

3.3 Commentaires

Quelques lectures ont été faites sans accéder à l'information concernant le mois de capture. Dans certains cas, l'âge assigné était le nombre d'anneaux compté et, dans les autres cas, l'âge était basé sur l'interprétation des otolithes en tenant compte du mois de capture.

La classe d'âge n'est pas nécessairement équivalente au nombre d'anneaux, car cela dépend du mois de capture. En raison de ce problème, il a été décidé de ne pas tenir compte de l'analyse statistique des résultats de l'échange.

Cependant, une analyse exploratoire des résultats avait montré que pour les mêmes otolithes le nombre d'anneaux assignés entre les lecteurs présentait des différences supérieures à 1. Ces anomalies étaient probablement liées aux problèmes de la première interprétation des anneaux et des bords.

4. L'ATELIER

4.1 Matériel et méthodes

Afin d'atteindre un consensus sur les critères de détermination de l'âge une discussion plénière a été organisée en utilisant des exemples de la collection d'otolithes ibériques convenue. Les discussions se sont concentrées sur l'allocation du premier anneau.

Après cette discussion, des lecteurs d'âge ont été invités à lire quelques otolithes qui ont présenté un accord très haut ou très bas dans le programme d'échange. Le mois de capture de tous les otolithes étudiés pendant l'atelier a été connu. Des lecteurs ont été également invités à expliquer leur propre interprétation d'âge et les critères ont été appliqués. Ultérieurement, en session plénière, toutes les règles utilisées pour la détermination de l'âge de la sardine ont été discutées et des critères communs ont été convenus.

Afin de contrôler si les cinq lecteurs ont adopté les critères convenus, une lecture indépendante d'âge a été exécutée. Un total de 70 otolithes de la collection d'échange ont été

observés (32 de la collection russe et 38 de la collection marocaine) et la distribution en longueur des poissons était de 9.7 à 27.0 centimètres. Des déterminations d'âge ont été exécutées avec un microscope binoculaire (16×). Le mois de capture a été fourni. Les lecteurs ont été invités à attribuer un degré de fiabilité à chaque estimation d'âge.

Pour surmonter les difficultés rencontrées dans l'interprétation des bords d'otolithes, une session plénière finale a été organisée afin d'évaluer l'évolution mensuelle du bord. A cette fin, deux otolithes par mois ont été observés. Ces otolithes, du laboratoire marocain, étaient précédemment invisibles et garantissaient ainsi que chaque participant ait appliqué les critères convenus correctement et évité d'assigner les âges de mémoire.

4.2 Résultats et discussion

Les critères convenus sont montrés dans la Section 6 (Directives pour la détermination de l'âge de la sardine).

Les lectures d'âge ont été analysées dans une feuille excel développée par Guus Eltink (Eltink *et al.*, 2000), et sont présentées à l'Annexe II. Le pourcentage d'accord total était de 72.5% avec un coefficient de variance (CV) de 41.4%. Le nombre de lectures d'âge par âge modal réalisées à l'atelier est présenté à l'Annexe III. Les CVs élevés obtenus pour quelques otolithes correspondent à des individus âgés de 0 à 1 an. Ces valeurs élevées (supérieures à 100%) ne sont pas une indication de variation élevée de détermination de l'âge. Le CV est une mesure statistique qui est très sensible aux valeurs basses, par exemple pour une attribution d'âge de 0, 0, 1, 0 et 0, le CV est 224% tandis que pour la même variation d'âge mais à des âges différents par exemple 4, 4, 5, 4 et 4 le CV est 11%. En tenant compte de cela, l'analyse du CV n'a pas été prise en considération.

Les tableaux 2 et 3 présentent le pourcentage d'accord et le biais relatif par âge modal pour chaque lecteur. Les lecteurs 1, 2 et 5 montrent un accord global plus élevé que 80%.

Tableau 2. Accord de pourcentage par lecteur et par tous les lecteurs combinés, pour chaque âge modal (la moyenne pondérée est le pourcentage d'accord pesé par le nombre d'otolithes appartenant à chaque âge modal; le rang est le résultat relatif de chaque lecteur en prenant en considération tous les lecteurs).

Age modal	Lecteur 1	Lecteur 2	Lecteur 3	Lecteur 4	Lecteur 5	Tous les lecteurs
0	100	50	92	69	77	79
1	82	95	41	95	81	79
2	89	88	56	33	89	71
3	67	80	83	33	100	72
4	60	80	80	0	40	52
5	67	83	33	50	83	63
Moyenne pondérée	83	83	60	59	81	73
Rang	1	2	4	5	3	

Le biais de la lecture d'âge si l'on considère tous les lecteurs combinés est de moins de 0.40 ans (Tableau 3). Cependant, le lecteur 4 présente une tendance élevée à sous-estimer l'âge, principalement pour des individus ayant plus d'un an.

Tableau 3. Biais relatif par lecteur et par tous les lecteurs combinés, pour chaque âge modal (la moyenne pondérée est le pourcentage de l'accord pesé par le nombre d'otolithes appartenant à chaque âge modal; le rang est le résultat relatif de chaque lecteur en prenant en considération tous les lecteurs).

Age modal	Lecteur 1	Lecteur 2	Lecteur 3	Lecteur 4	Lecteur 5	Tous les lecteurs
0	0.00	0.50	0.23	0.38	0.31	0.27
1	0.18	0.05	0.77	-0.05	0.24	0.24
2	-0.11	0.12	0.50	-0.67	0.00	-0.03
3	-0.33	-0.40	0.33	-0.83	0.00	-0.24
4	0.20	-0.20	-0.60	-0.80	-0.40	-0.36
5	0.33	0.17	-0.33	-0.50	0.17	-0.03
Moyenne pondérée	0.04	0.09	0.37	-0.29	0.12	0.07
Rang	1	2	5	4	3	

Les résultats sur les biais relatifs à l'âge modal des lecteurs d'âge sont présentés à la Figure 3. D'une façon générale, le biais des lecteurs était bas. Les lecteur 1, 2 et 5 présentent des déterminations d'âge très semblables à l'âge modal. Le lecteur 3 montre une tendance à surestimer les plus jeunes âges et à sous-estimer les âges plus élevés. Le lecteur 4 sous-estime tous les âges.

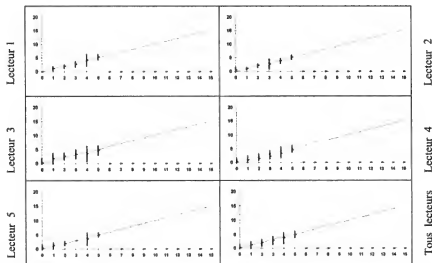


Figure 3. Graphiques de biais d'âge - l'âge moyen a enregistré le ± 2 stdev de chaque lecteur d'âge et tous les lecteurs combinés sont représentés face à l'âge modal. L'âge moyen estimé correspond à l'âge modal, si l'âge moyen estimé est sur la ligne longitudinale 1:1 (trait plein). Le biais relatif est la différence d'âge entre l'âge moyen estimé et l'âge modal.

Le tableau 4 présente la comparaison des biais entre les lecteurs et entre l'âge modal, après un test de Wilcoxon. Le lecteur 4 montre des différences élevées par rapport aux autres lecteurs d'âge. Le lecteur 3 montre une bonne concordance avec les autres lecteurs d'âge, toutefois le test de Wilcoxon indique une certaine probabilité de biais comparée à l'âge modal.

Tableau 4. Biais inter-lecteurs et lecteur face au test de l'âge modal – test de Wilcoxon. (- pas de signe de biais ($p > 0.05$); *possibilité de biais ($0.01 < p < 0.05$); **certitude de biais ($p < 0.01$))

	Lecteur 1	Lecteur 2	Lecteur 3	Lecteur 4	Lecteur 5
Lecteur 1		-	-	**	-
Lecteur 2	-		-	**	-
Lecteur 3	-	-		**	-
Lecteur 4	**	**	**		**
Lecteur 5	-	-	-	**	
Age modal	-	-	*	*	-

La longueur moyenne à l'âge de l'échantillon de l'atelier par le lecteur est présentée à la Figure 4. Pour les âges 0, 1 et 2 tous les lecteurs estiment la même longueur. Pour les âges plus élevés, le lecteur 4 estime une longueur à l'âge plus élevée que les autres lecteurs, en raison de la sous-estimation d'âge à laquelle on a fait référence au Tableau 3. On a observé quelques différences pour les âges 3 à 5.

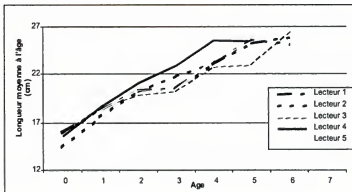


Figure 4. Longueur moyenne à l'âge par le lecteur basée sur les lectures de l'atelier

5. ERREURS DE LECTURE D'ÂGE DANS LES ÉVALUATIONS DES STOCKS

Plusieurs auteurs ont étudié les effets des erreurs de lecture d'âge sur l'évaluation des stocks (Pope et Gray, 1983; Bradford, 1991; ICES, 1999; Reeves, 2001).

Différents types d'informations structurées par âge telles que données de capture à l'âge, poids moyen à l'âge en stock et dans la capture, proportions de poissons matures par âge et tuning sont très importantes pour les méthodes analytiques d'évaluation des stocks. Il y a deux sources d'erreurs dans ce genre d'information: erreur d'échantillonnage et erreur causée par la lecture d'âge. Cette dernière a pu avoir une influence importante sur les résultats de l'évaluation, et par conséquent sur le conseil de gestion.

Afin de démontrer l'importance d'une évaluation correcte de l'âge, un exemple (Reeves, 2001) avec le stock de morue de la Baltique orientale (ICES Subdivisions 25-32) a été présenté par Pavel Gasyukov.

Si l'on considère deux laboratoires de lecture d'âge, X et Y, avec différents critères de lecture d'âge, la Figure 5 montre les données de base différentes pour le même stock pour chaque laboratoire et pour la détermination combinée de l'âge¹.

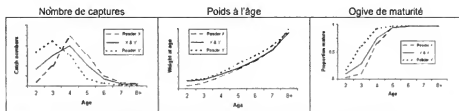


Figure 5. Données de base d'évaluation du stock selon différents critères de lecture d'âge (X et Y) et des critères combinés (X&Y)

Comme les données de base dépendent des critères de lecture d'âge utilisés, les résultats de l'évaluation dépendent également d'eux. La Figure 6 montre différents paramètres de stock basés sur différentes lectures d'âge.

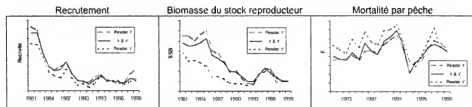


Figure 6. Paramètres de stock historiques, obtenus en prenant en considération différents critères de lectures d'âge (X et Y) et des critères combinés (X&Y)

Les différences dans les tendances de stock indiquées par les trois évaluations comparatives ont également des implications pour la perception de tout rapport entre stock reproducteur et

¹ Les exemples présentés sont adaptés de Reeves (2001) pour le stock de morue de la Baltique orientale ICES (Subdivisions 25-32).

recrutement. Les erreurs de vieillissement peuvent causer une réduction substantielle dans la variabilité inter-annuelle du recrutement, et cet effet tendra à augmenter les évaluations d'abondance des classes d'années faibles et à réduire celles des classes d'années fortes par classification erronée du poisson entre les classes d'années (Bradford, 1990).

Le régime de pêche est très différent dans chaque cas, comme il est montré à la Figure 7. Les déviations dans les régimes de pêche sont élevées pour les groupes d'âge jeunes parce que le lecteur Y a tendance à assigner un âge plus jeune à un poisson donné que le lecteur X.

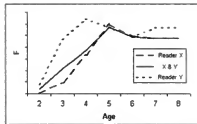


Figure 7. Régime de pêche obtenu en prenant en considération différents critères de lecture d'âge (X et Y) et des critères combinés (X&Y)

La Figure 8 résume les conséquences entraînées par la sélection d'un niveau donné de mortalité de pêche relatif au niveau actuel. Pour chaque niveau de F , l'information fournie est la prévision de capture et la biomasse du stock reproducteur correspondant. Les administrateurs peuvent choisir une capture telle que F soit au-dessous du niveau de précaution résultant ainsi dans un niveau de biomasse du stock reproducteur (SSB) au-dessus des niveaux de précaution. Cependant, il est utile de considérer le rapport entre la mortalité relative de pêche et la prévision de capture. Comme l'on peut voir à la Figure 8, pour une augmentation de deux fois la mortalité actuelle de pêche, chaque approche produira différentes captures.

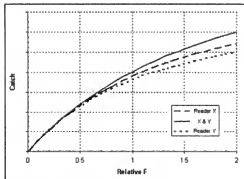


Figure 8. Prévision de capture à court terme correspondant à divers multiplicateurs de F en prenant en considération différents critères de lectures d'âge (X et Y) et des critères combinés (X&Y).

Les décisions de gestion sont prises sur la base de la connaissance de l'état actuel du stock par rapport aux points de référence définis. Les différentes clés âge-longueur, appliquées à la même matrice de longueur de capture peuvent fournir une signification différente de l'état du stock et, par conséquent, des décisions de gestion différentes.

6. DIRECTIVES POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÂGE DE LA SARDINE

1. Les caractéristiques de base prises en considération dans les anneaux annuels sont:
 - autour du corps entier de l'otolithe;
 - continuité;
 - épaisseur.
2. Dans le processus d'estimation d'âge, la position du premier anneau annuel devrait être le point principal du procédé d'accord. D'une façon générale, le premier anneau annuel devrait avoir entre 19 et 30 unités ($1\text{ mm} = 20$ unités avec agrandissement $16\times$) de mensuration selon le mois de naissance de la sardine
3. Dans certains cas il a été observé que la sardine de 6-11 cm en longueur totale capturée pendant l'année avec 2 à 5 anneaux translucides était âgée de 60 à 220 jours et ces anneaux ne peuvent être considérés comme annuels mais seulement comme faux. Ces sardines seront assignées à une certaine classe d'année selon leur date de capture.
4. La largeur de l'anneau diminue principalement au cours des 2 premières années de la vie.
5. Si la sardine est capturée pendant l'année avec une zone opaque sur le bord de l'otolithe, l'âge assigné sera égal au nombre d'anneaux observés moins un.
6. Si la sardine est capturée de janvier à mars avec une zone translucide sur le bord de l'otolithe, l'âge assigné sera égal au nombre d'anneaux annuels observés.
7. Si la sardine est capturée de septembre à décembre avec une zone translucide sur le bord de l'otolithe, l'âge assigné sera égal au nombre d'anneaux annuels observés moins un.

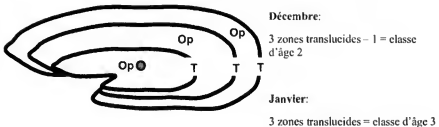


Figure 9. Exemple d'interprétation d'âge (Op – opaque; T – translucide).

L'annexe IV montre des images d'otolithe de l'âge zéro à 6 qui ont été choisis comme directives pour la détermination d'âge.

7. RECOMMANDATIONS

1. Un minimum de dix individus de chaque demi-centimètre de longueur par mois de capture devrait être analysé biologiquement.
2. Toutes les paires d'otolithes doivent être prises et montées dans des lames en plastique avec de la résine synthétique (©Eukitt).
3. Les critères adoptés dans cet atelier doivent être appliqués pour déterminer l'âge de la sardine.
4. La fiabilité de la lecture d'âge devrait être prise en considération.
5. Il est préférable que deux lecteurs de chaque pays lisent les otolithes, discutent et s'accordent sur les lectures d'âge de leurs pêcheries.
6. Si quelques otolithes sont en mauvais état et/ou la fiabilité de l'âge est basse alors l'otolithe devrait être rejeté.
7. Si les difficultés dans l'interprétation de l'âge en utilisant les otolithes persistent, il serait alors utile de lire les écailles et de comparer les résultats.
8. Des clés âge-longueur pour l'évaluation devraient être développées par les participants à l'atelier.
9. Chaque année un échange de 50 otolithes de chaque pays devrait être fait parmi les lecteurs.
10. Dans quelques otolithes (50) de l'échange les mesures (en millimètres) des anneaux annuels devraient être prises.
11. Si les résultats de l'échange se révèlent peu précis dans les lectures d'âge, un atelier devrait être organisé.
12. Le travail sur les incréments quotidiens devrait être encouragé, afin d'améliorer la connaissance de l'estimation d'âge de la sardine.
13. Des directives pour la lecture d'âge devraient être préparées par la FAO/FIRM en 2002.

8. REMERCIEMENTS

Au laboratoire AtlantNIRO à Kaliningrad, Fédération de Russie, pour avoir fourni de très bonnes installations pour accueillir cet atelier et à tous les participants de l'atelier pour l'excellent travail accompli avant, pendant et après l'atelier. Merci à Cristina Morgado d'IPIMAR pour avoir aidé la FAO/FIRM dans la préparation de cet atelier, dans les analyses statistiques et le rapport.

APPENDIX I / ANNEXE I

Growth parameters and ϕ (growth performance index) (Munro and Pauly, 1983) of the sardine in Zones A, B and C. (DSR: Direct scale reading. DOR: Direct otolith reading. DOSR: Direct otolith and scale readings. S: Scalimetry. LS: Least Squared. FW: Ford Walford (Santamaria and Lopez Abellán, 2001)/Paramètres de croissance et ϕ (index de performance de croissance) (Munro et Pauly, 1983) de la sardine dans les Zones A, B et C. (DSR: Lecture d'écaille directe. DOR: Lecture d'otolithe directe. DOSR: Lecture directe d'otolithe et d'écaille. S: scalimétrie. LS: plus petit carré. FW: Ford Walford (Santamaria et Lopez Abellán, 2001))

	Author	L_{∞}	K	t_0	ϕ	Observations
Zone A	Belvéze, 1972	21.63	0.49	-1.07	2.36	Ages 1-6. DSR
	Belvéze and Rami, 1978	21.23	0.68	-1.33	2.49	DSR
		20.27	0.98	0.03	2.60	S
		20.19	0.48	1.69	2.29	DSR
	Belvéze, 1984	21.07	0.59	-0.93	2.42	Mean growth. 6 Cohorts
		21.47	0.44	-1.64	2.31	Mean length 1973-82
		21.75	0.55	-0.38	2.42	Cohort 1973. Age 1-5
		21.82	0.50	-0.90	2.38	Cohort 1974. Age 0-5
		20.95	0.80	-0.43	2.55	Cohort 1975. Age 0-5
		20.77	0.75	-0.61	2.51	Cohort 1976. Age 0-5
		20.02	0.83	-0.89	2.52	Cohort 1977. Age 0-5
		20.16	0.73	-0.71	2.47	Cohort 1978. Age 0-4
		21.51	0.84	-0.38	2.59	Acoustic Survey 1979
		22.65	0.58	-0.35	2.47	Acoustic Survey 1980
		22.28	0.37	-1.68	2.26	Acoustic Survey 1981
		22.02	0.52	-1.04	2.40	Acoustic Survey 1982
		21.41	0.47	-1.60	2.33	Mean length 1973-82. 1 st Semester
		21.82	0.37	-2.04	2.25	Mean length 1973-82. 2 nd Semester
Zone B	Belvéze and Rami, 1978	20.25	0.93	0.06	2.58	S
	Delgado et al, 1981	21.30	0.93	-1.25	2.63	Synth. Cohort 76-78. Age 0-5. DOR
		21.58	0.82	-1.29	2.58	Synth. Cohort 76-78. Age 0-6. DOR
		21.93	0.80	-0.38	2.59	Synth. Cohort 75-78. Age 1-7. S
		21.67	0.80	-0.27	2.57	Synth. Cohort 75-78. Age 1-6. S
	Santamaria, 1995	22.67	0.85	-0.61	2.64	Real Cohort 76. Age 0-8. DOSR. LS
		22.57	0.93	-0.64	2.68	Real Cohort 76. Age 0-8. DOSR. FW
		22.16	1.08	-0.84	2.72	Real Cohort 77. Age 0-8. DOSR. LS
		22.19	1.12	-1.21	2.74	Real Cohort 77. Age 0-8. DOSR. FW
		22.89	0.39	-2.93	2.31	Real Cohort 78. Age 0-8. DOSR. LS
		22.54	0.53	-2.16	2.43	Real Cohort 78. Age 0-8. DOSR. FW
		22.81	0.42	-2.51	2.34	Real Cohort 79. Age 0-8. DOSR. LS
		22.59	0.54	-2.17	2.44	Real Cohort 79. Age 0-8. DOSR. FW
		22.36	0.51	-1.86	2.41	Real Cohort 80. Age 0-8. DOSR. LS
		22.03	0.70	-1.22	2.53	Real Cohort 80. Age 0-8. DOSR. FW
		24.00	0.28	-3.54	2.21	Real Cohort 81. Age 0-7. DOSR. LS
		23.85	0.31	-3.54	2.25	Real Cohort 81. Age 0-7. DOSR. FW
		21.93	0.85	-0.71	2.61	Real Cohort 82. Age 0-6. DOSR. LS
		21.87	0.92	-0.84	2.64	Real Cohort 82. Age 0-6. DOSR. FW
		22.65	0.55	-1.66	2.45	Mean length 1976-88. Age 0-9. LS
		22.71	0.54	-1.71	2.44	Synth Cohort 76-88. Age 0-9. LS
		22.53	0.65	-1.53	2.52	Synth Cohort 76-88. Age 0-9. FW

Zone C	Author	I_{99}	K	t_0	ϕ	Observations
	Krzepkowski, 1975	22.96	0.52	-0.84	2.44	DOR
	Krzepkowski, 1978	24.62	0.37	-1.32	2.35	DOR
	Belvéze and Rami, 1978	22.81	0.95	-0.22	2.69	S
	Barkova et al, 1980	23.50	0.65	-0.30	2.56	
	Barkova and Domanevsky, 1985	25.60	0.48	-0.39	2.50	
	Stalcu and Maxim, 1985	22.80	0.51	-0.21	2.42	Year 1973. DSR
		23.08	0.42	-0.95	2.35	Year 1974. DSR
		22.17	0.49	-0.83	2.38	Year 1975. DSR
		22.49	0.43	-0.95	2.34	Year 1976. DSR
		22.56	0.39	-1.48	2.30	Year 1977. DSR
		22.16	0.42	-1.40	2.31	Year 1978. DSR
		23.98	0.33	-1.52	2.28	Year 1983. DSR
	Maxim, 1990	24.96	0.33	-1.51	2.31	
	Stalcu, Maxim and Maximov, 1997	23.98	0.33	-1.52	2.28	Year 1983. 18-23 cm. Mauritania
		27.11	0.21	-2.56	2.18	Year 1985. 19-23 cm. Mauritania
		26.95	0.29	-1.36	2.33	Year 1986. 12-23 cm. Mauritania
		27.40	0.22	-1.77	2.23	Year 1987. 13-24 cm. Mauritania
		26.70	0.22	-2.57	2.21	Year 1988. 13-25 cm. Mauritania
		24.30	0.41	-0.75	2.39	Year 1989. 16-24 cm. Mauritania
		24.50	0.50	-0.34	2.48	Year 1990. 10-24 cm. Mauritania
		25.46	0.36	-0.50	2.36	Year 1991. 17-24 cm. Mauritania
		26.50	0.31	-0.44	2.34	Year 1992. 10-24 cm. Mauritania
		26.25	0.27	-1.20	2.27	Year 1993. 18-24 cm. Mauritania

APPENDIX II/ ANNEXE II

Workshop age readings results/Résultats des lectures d'âge de l'atelier

Stratum	Sample year	Fish no	Fish length	Sex	Landing month	Reader 1	Reader 2	Reader 3	Reader 4	Reader 5	Modal age	Percent agreement	Precision CV
R	1998	43	9.5	JW	7	0	0	0	0	0	0	100%	0%
R	1999	49	14.5	M	4	0	1	0	1	0	0	60%	137%
R	1998	26	18.7	F	6	1	1	1	1	1	1	100%	0%
R	1999	29	19.0	M	8	1	1	2	1	2	1	60%	39%
R	1999	30	19.4	M	8	1	2	3	1	-	1	50%	55%
R	1999	18	19.7	M	8	1	-	2	1	1	1	75%	40%
R	1998	19	20.0	F	6	1	1	1	1	1	1	100%	0%
R	2000	8	21.0	M	1	3	3	3	2	3	3	80%	16%
R	1999	27	21.0	M	8	2	2	2	2	2	2	100%	0%
R	1999	21	21.2	M	8	0	-	0	2	2	0	50%	115%
R	1998	46	21.5	M	7	2	2	2	1	2	2	80%	25%
R	2000	7	21.6	M	1	2	2	2	2	2	2	100%	0%
R	1999	31	21.7	M	8	2	2	2	1	2	2	80%	25%
R	1999	32	21.7	F	8	2	2	2	1	2	2	80%	25%
R	1999	39	21.7	F	4	2	2	2	2	2	2	100%	0%
R	1998	45	21.7	M	7	2	-	3	1	3	3	50%	43%
R	1999	28	21.8	F	8	1	-	3	2	2	2	50%	41%
R	1997	37	22.1	M	1	4	4	4	3	3	4	60%	15%
R	1998	25	22.3	M	6	2	3	3	2	2	2	60%	23%
R	2000	2	22.6	F	1	2	3	3	3	3	3	80%	16%
R	2000	3	22.6	M	1	4	3	1	3	4	4	40%	41%
R	1999	34	22.7	F	8	2	3	2	1	2	2	60%	35%
R	2000	4	23.0	M	1	2	2	2	2	2	2	100%	0%
R	2000	17	23.1	M	1	3	3	3	3	3	3	100%	0%
R	1998	47	24.3	F	7	4	4	4	3	4	4	80%	12%
R	2000	11	24.5	M	1	5	5	4	5	5	5	80%	9%
R	2000	12	25.0	F	1	5	5	4	4	5	5	60%	12%
R	2000	13	25.1	F	1	6	6	5	5	5	5	60%	10%
R	2000	14	25.2	F	1	5	5	5	4	5	5	80%	9%
R	2000	10	25.5	M	1	6	4	4	5	5	4	40%	17%
R	2000	16	26.5	M	1	5	5	6	4	6	5	40%	16%
R	2000	5	27.0	F	1	6	5	4	5	5	5	60%	14%
M	2000	6	18.0	M	10	1	1	2	1	2	1	60%	39%
M	2000	7	19.1	M	10	2	2	3	1	2	2	60%	35%
M	2000	8	18.9	M	10	2	2	3	1	2	2	60%	35%
M	2000	9	17.9	M	10	2	2	4	1	3	2	40%	48%
M	2000	11	16.8	M	10	1	1	1	1	1	1	100%	0%
M	2000	12	16.6	F	10	1	1	1	1	3	1	80%	64%
M	2000	13	19.2	F	10	2	2	3	1	2	2	60%	35%
M	2000	14	17.3	F	10	1	1	0	0	1	1	60%	91%
M	2000	15	17.4	M	10	0	-	0	1	1	0	50%	115%
M	2000	16	17.1	M	10	1	2	2	1	2	2	60%	34%
M	2000	17	16.4	I	10	1	1	2	1	2	1	60%	39%
M	2000	19	16.2	I	10	0	1	0	1	0	0	60%	137%
M	2000	20	17.8	I	10	1	1	4	1	1	1	80%	84%
M	2000	21	15.0	I	10	0	1	0	0	0	0	80%	224%
M	2000	24	15.8	I	10	0	0	0	0	0	0	100%	0%
M	2000	25	15.6	I	10	0	0	0	0	0	0	100%	0%

Stratum	Sample year	Fish no	Fish length	Sex	Landing month	Reader 1	Reader 2	Reader 3	Reader 4	Reader 5	Modal age	Percent agreement	Precision CV
M	2000	26	15.1	I	10	0	0	0	0	0	0	100%	0%
M	2000	28	20.5	F	10	3	4	4	2	2	4	40%	33%
M	2000	29	20.1	F	10	2	2	3	1	2	2	60%	35%
M	2000	30	19.6	F	10	3	1	3	2	3	3	60%	37%
M	2000	31	19.2	F	10	2	2	3	1	1	2	40%	46%
M	2000	32	18.5	M	10	3	3	5	2	3	3	60%	34%
M	2000	33	18.2	F	10	1	1	3	1	1	1	80%	64%
M	2000	34	18.6	M	10	2	1	3	1	1	1	60%	56%
M	2000	35	18.1	M	10	2	1	1	1	1	1	80%	37%
M	2000	37	18.5	F	10	1	1	1	1	1	1	100%	0%
M	2000	38	18.2	F	10	1	1	2	1	1	1	80%	37%
M	2000	39	19.3	M	10	0	-	3	0	1	0	50%	141%
M	2000	40	16.6	I	10	0	1	0	0	0	0	80%	224%
M	2000	41	17.1	M	10	1	1	1	1	1	1	100%	0%
M	2000	43	16.8	M	10	1	1	1	1	1	1	100%	0%
M	2000	44	16.5	F	10	2	1	2	1	1	1	60%	39%
M	2000	45	20.1	F	10	1	1	1	1	1	1	100%	0%
M	2000	46	19.8	F	10	2	2	2	1	2	2	80%	25%
M	2000	47	16.0	F	10	0	1	0	0	0	0	80%	224%
M	2000	48	17.9	M	10	1	1	2	1	1	1	80%	37%
M	2000	49	19.2	F	10	2	1	3	1	1	1	60%	56%
M	2000	50	16.0	F	10	0	0	0	0	0	0	100%	0%
					Total read	70	64	70	70	69		72.5%	41.4%
					Total NOT read	0	6	0	0	1			

APPENDIX III/ANNEXE III

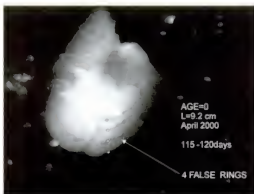
Number of age readings performed at the workshop/
 Nombre de lectures d'âge réalisées au cours de l'atelier

Modal age	Reader 1	Reader 2	Reader 3	Reader 4	Reader 5
0	13	10	13	13	13
1	22	21	22	22	21
2	18	17	18	18	18
3	6	5	6	6	6
4	5	5	5	5	5
5	6	6	6	6	6
Total	70	64	70	70	69

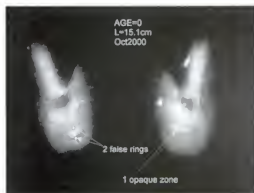
APPENDIX IV/ANNEXE IV

Sardine otoliths images/Images d'otolithes de sardine

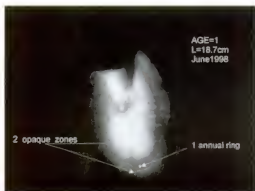
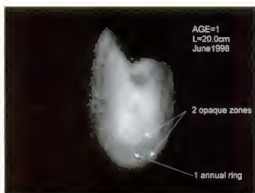
Age 0



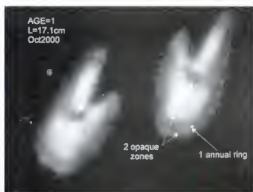
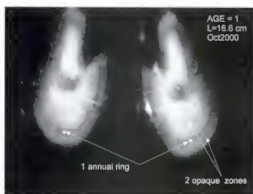
Age 0 (Cont.)



Age 1



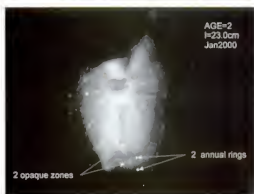
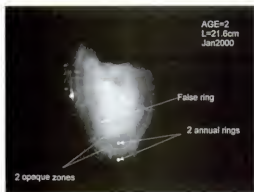
Age 1 (Cont.)



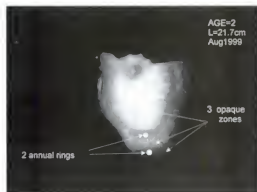
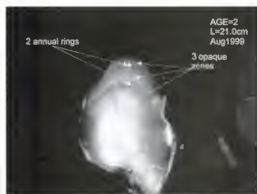
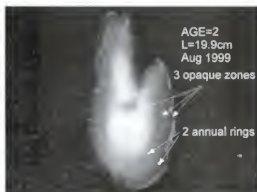
Age 1 (Cont.)



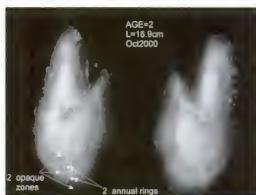
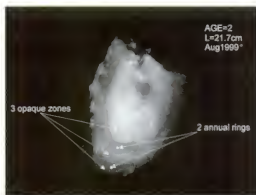
Age 2



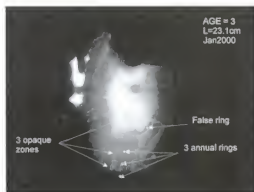
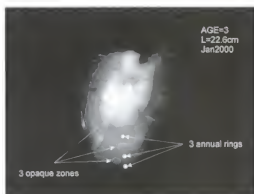
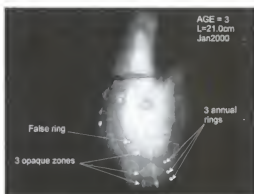
Age 2 (Cont.)



Age 2 (Cont.)



Age 3



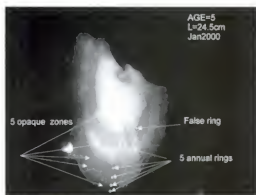
Age 3 (Cont.)



Age 4



Age 5



Age 6



REFERENCES/RÉFÉRENCES

- Barkova N.A. & Domanevsky, L.N. 1976.** Some peculiarities of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) distribution and spawning along the Northwest Africa. *ICES. CM* 1976/J:6, 15pp.
- Barkova, N.A. & Domanevsky, L.N. 1985.** The state of the sardines (*Sardina pilchardus* Walb.) stocks of the African coasts, *Kompleksnye Promyslovo Okeanograficheskie Issledonvaniya v Atlanticheskom Okeane (Complex Fishery and Oceanographic Studies in the Atlantic Ocean)*, Kaliningrad, AtlantNIRO, 58-69 (in Russian).
- Barkova, N.A. & Domanevsky, L.N. 1990.** Utilisation des informations satellitaires pour l'étude des particularités de la répartition de la sardine dans l'Atlantique Centre-Est, *ICES CM* 1990/H:9, 12pp.
- Barkova, N.A. & Sewdykh, L.N. 1985.** Spawning and abundance fluctuations in the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) off the Western Sahara in 1968-1983. *Kompleksnye Promyslovo Okeanograficheskie Issledonvaniya v Atlanticheskom Okeane (Complex Fishery and Oceanographic Studies in the Atlantic Ocean)*, Kaliningrad, AtlantNIRO: 65-73 (in Russian).
- Belvêze, H. 1972.** Observations complémentaires sur le stock sardinier de l'Atlantique marocain de 1968 à 1971 et essai d'estimation de quelques paramètres. *Bull. Inst. Pêches Marit.*, Casablanca (20): 5-55.
- Belvêze, H. 1984** Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus* W.) peuplant les côtes atlantiques du Maroc. Propositions pour un aménagement des pêcheries. Thèse Doct. Etat, Univ. Bretagne Occ., Brest, 532p.
- Belvêze, H.K. & Erzini, K. 1983.** Influence of hydroclimatic factors in the availability of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the Moroccan fisheries in the Atlantic. Expert Consultation to Examine Changes in Abundance and Species Composition of Neritic Stocks, paper N25 San Jose, Costa Rica, April 1983. *FAO Fish. Rep.* 29 (2): 285-328.
- Belvêze, H. & Rami, M. 1978.** Détermination de l'âge de la sardine marocaine (*Sardina pilchardus* W.). Eléments de croissance comparés. *Bull. Inst. Pêches Marit.* Casablanca (23): 57-81.
- Biaz, R. 1976.** Mise au point d'une méthode d'identification des populations de sardines par électrophorèse des protéines solubles du noyau du cristallin. *Bull. Inst. Pêches Marit.* Casablanca (23): 3-55.
- Bradford, M.J. 1991.** Effects of Ageing Errors on Recruitment Time Series Estimates from Sequential Population Analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48 (4): 555-558.
- Bravo de Laguna, J. 1977.** Problemática de las investigaciones sobre la sardina (*Sardina pilchardus* W.) del banco pesquero sahariano. Paper presented at the Workshop on Population Dynamics in Fisheries. Barcelona, 24-28 October 1977. Instituto de Investigaciones Pesqueras.
- Bravo de Laguna, J., Fernandez M.A.R. & Santana, J.C. 1976.** The Spanish fishery on sardine (*Sardina pilchardus*) off West Africa. *ICES. C.M.* 1976/ J:13. Pelagic Fish (Southern) Committee, 19p.

- Delgado, A., Fernandez, M.A.R. & Goni, R. 1981. Contribucion al Estudio de la Sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en Aguas de Africa Occidental. 3 - Estudio del Crecimiento por Lectura Directa de Otolitos y por Retrocalculo Mediante Escalimetria de Escamas, *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, Vol. 6, no. 313, pt.3:140-164pp.
- Eltink, A.T.G.W., Newton, A.W., Morgado, C., Santamaria, M.T.G. & Modin, J. 2000. Guidelines and Tools for Ageing Reading Comparisons – version 1 October 2000. *EFAN Report 3-2000*, 75pp.
- Ettahiri, O. 1996. Étude de la phase planctonique de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.), et de l'anechois, *Engraulis encrasicolus* (L.) des côtes atlantiques marocaines. Doctorat Thesis, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 262 pp.
- FAO. 1978. Report of the Working Group on standardisation of age termination of the sardine (*Sardina pilchardus* W.), *CECAF Tech. Rep.*, Dakar, 78/8, 8p.
- FAO. 1979. Report of the Working Group on standardisation of age reading techniques for *Sardina pilchardus* (Walb.). *CECAF/TECH/79718*, Dakar, 25 p.
- FAO. 1985. Rapport de la troisième réunion du Groupe de travail ad hoc sur la sardine *Sardina pilchardus* (Walb.). Casablanca, *COPACE/PACE Ser.* 85/39, 157p.
- FAO. 1990. Rapport des groupes de travail ad hoc sur la sardine et sur les chinchards et les maquereaux dans la région nord du COPACE. *COPACE/PACE Ser.* 90/50, Rome, 372p.
- FAO. 2001. FAO. 2001. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Nouadhibou, Mauritania, 24-31 March 2001.
- Furnestin, J. 1950. Premières observations sur la biologie de la sardine marocaine. *Rap. P-v. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 126. Rap.-Atlantique: 57-61.
- Goñi, R. 1979. Estudio del crecimiento de *Sardina pilchardus* (Walb.) por lectura directa y retrocálculo mediante escalimetria de escamas en ejemplares capturados en la costa NW de África entre lo 27°N y 29°N. Theses of Navarra University, 126 pp.
- ICES. 1999. Report of the horse mackerel otolith workshop, *ICES CM* 1999/G:16, 80pp.
- Krzeptowski, M. 1983. Biological characteristics of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) off West Sahara. *Acta Ichthyol. Pisc.*, 13 (1): 13-38.
- Maxim, C. 1990. Evolution des températures de l'eau à la surface, en été 1990 (mai - août), au large des côtes de la R.I. Mauritanie, *Cercet. Mar. Rech. Mar.*, 23:187-199.
- Pope, J.G. & Gray, D. 1983. An investigation of the relationship between the precision of assessment data and the precision of total allowable catches. In W.G. Doubleday and D. Rivard [ed]. Sampling commercial catches of marine fish and invertebrates. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 66:151-157.
- Reeves, S.A. 2001. Age-reading problems and the assessment of Eastern Baltic Cod, Working Document to the 2001 ICES Baltic Fisheries Assessment Working Group, ICES CM2001/ACFM:18.

- Santamaria, M.T.G. 1995.** Actividad de la flota sardinal española en Africa occidental. Aspectos biológicos de la sardina, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), dinamica y evaluación del recurso, *Publ. Inst. Esp. Oceanogr.*, 5, 359pp.
- Santamaría, M.T.G. & López Abellán, L. 2001.** Age and growth of the West African sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), Working Group Document presented to the Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa, Nouadhibou, Mauritania, 24-31 March 2001.
- Sedletskaya, V.A. 1973.** Morocco sardine (*Sardina pilchardus* W.) reproduction, *Vopr.Ikhtiol (Ichthyological Problems)*, 13 (6th ed.): 1017-1023p. (in russian)
- Stalcu, I. & Maxim, C. 1985.** La pêche roumaine de la sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum) dans la région du COPACE en 1967-1983, Rapport de la troisième réunion de Groupe de Travail Ad Hoc sur la Sardine *Sardina pilchardus* Walb., FAO Fishery Comm. for the Eastern Cent. Atlantic, Rome, *COPACE PACE Ser.* 85-39: 97-106.
- Staicu, I., Maxim, C. & Maximov, V. 1997.** Recherches roumaines concernant la pêche de la sardine marocaine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) dans la zone COPACE (Div. 34.1.3 + 34.3.1) pendant la période 1983-1993. *COPACE/PACE Séries* 97/61: 79-94.

This document contains the report of the Sardine Otolith Workshop, held from 28 to 31 August 2001 in Kaliningrad, Russian Federation. The workshop was recommended by the first FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagics off Northwest Africa to provide support to age readers. Different types of information structured by age, such as catch at age data, mean weight at age in the stock and in the catch, proportions of mature fish by age and tuning data are very important for analytical methods of stock assessment. There are two sources of errors in these types of information: sampling errors and errors caused by age-reading. The latter could have a major influence on the results of the assessment, and thus on management advice. Ageing errors can cause a substantial reduction in the interannual variability in recruitment, and this effect will tend to increase the estimates of abundance of weak year classes and reduce those of strong year classes. During the workshop, some ageing criteria were established for sardine. It was recommended that guidelines for age estimation be prepared by FAO for the important pelagic species in the region.

Ce document contient le rapport de l'Atelier sur l'otolith de sardine, qui s'est tenu du 28 au 31 août 2001 à Kaliningrad (Fédération de Russie). L'Atelier a été recommandé par le premier Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale pour aider les lecteurs d'âge. Les différents types d'informations structurés par âge tels que les données de capture à l'âge, le poids moyen à l'âge en stock et dans la capture, les proportions de poissons matures par âge et les données de tuning sont très importantes pour les méthodes analytiques d'évaluation des stocks. Il y a deux sources d'erreurs dans ce type d'informations: erreurs d'échantillonnage et erreurs provoquées par la lecture d'âge. Cette dernière a pu avoir une influence majeure sur les résultats de l'évaluation, et par conséquent sur les conseils d'aménagement. Les erreurs de vieillissement peuvent causer une réduction substantielle de la variabilité interannuelle dans le recrutement, et cet effet tendra à augmenter les évaluations d'abondance de classes pour les années faibles, et à réduire les évaluations d'abondance de classes pour les années fortes. Au cours de l'Atelier, quelques critères de vieillissement ont été formulés pour la sardine. Il a été recommandé que les directives pour la détermination de l'âge soient préparées par la FAO pour les espèces pélagiques importantes de la région.

ISBN 92-5-004812-2 ISSN 0425-8337



TRMMY42678/1/03/1450